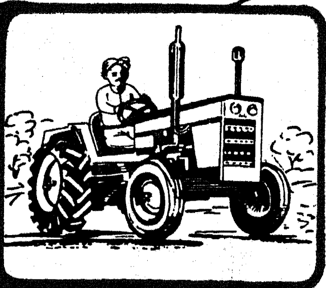
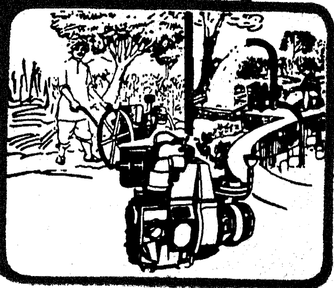
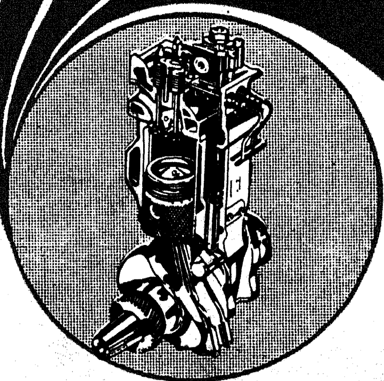
डीझेल एंजिन

प्रा. सुभाष सावरकर









महाराष्ट्र राज्य साहित्य-संस्कृति मंडळ



डीझेल एंजिन

प्रा. सुभाष सावरकर



महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ,
मुंबई

प्रथमावृत्ती ऑगस्ट १९८५

प्रकाशक
श्री. सु. द्वा. देशमुख, सचिव,
महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ,
मंत्रालय, मुंबई – ४०० ०३२

मुद्रक
अनंतराव दाशरथे,
परिमल प्रिंटर्स,
खडकेश्वर, औरंगाबाद.

किंमत पंधरा रुपये

निवेदन

मराठी भाषेला आधुनिक शास्त्र, ज्ञानविज्ञान, तंत्र आणि अभियांत्रिकी इत्यादी क्षेत्रांत विद्यापीठीय स्तरावर ज्ञानदान करण्याचे सामर्थ्य यावे, तसेच मातृभाषेत या विषयांबद्दलची माहिती मराठी भाषिकांना मिळावी या उद्देशाने मंडळाने अशा विषयांवरील पुस्तके लिहून घेऊन वा भाषांतरित करून घेऊन प्रकाशित करण्याची योजना आखली आहे. त्यानुसार आजवर अनेक तंत्र आणि विज्ञानावरील पुस्तकांचे प्रकाशन मंडळाने केले आहे. डिझेल इंजिनाबाबतही माहिती वाचकांना उपलब्ध करून द्यावी म्हणून मंडळाने प्रा. सुभाष सावरकर यांना एक छोटेखानी पुस्तक लिहून देण्यास विनंती केली होती. प्रा. सावरकर यांनीही विनंतीस मान देऊन पुस्तक लिहून दिले. त्याबद्दल मंडळाच्या वतीने मी प्रा. सावरकर यांचा आभारी आहे. 'डिझेल इंजीन' या पुस्तकाचे वाचक स्वागत करतील अशी आशा.

४२, यशोधन,
मुंबई– ४०००२०,
दिनांक ९ ऑगस्ट, १९८५

सुरेंद्र बारलिंगे,
अध्यक्ष,
महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृती मंडळ

माझे ज्येष्ठ बंधू
भाऊसाहेब
उर्फ
श्री. रत्नाकर सावरकर
यांसी अत्यादरपूर्वक

— सुभाष

अनुक्रमणिका

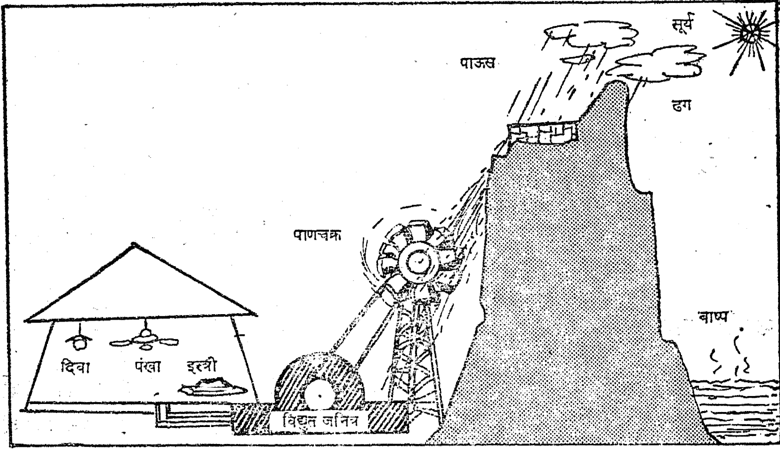
१ : मूलचालक व उष्णता-एंजीन

कार्यशक्ती

कार्य करण्यासाठी जी शक्ति आवश्यक असते तिला कार्यशक्ति अथवा ऊर्जा असे म्हणतात. यारीच्या सहाय्याने वजन उचलणे, विजेच्या सहाय्याने शेगडी पेटविणे किंवा सुरुंगाच्या सहाय्याने खडी फोडणे या आणि तत्सम क्रियांमध्ये कार्य करावे लागत असल्याने कार्यशक्ति आवश्यक असते. व्यवहारात कार्यशक्तीचे यांत्रिक, विद्युत्, औष्णिक, प्रकाश, ध्वनि, आण्विक असे विविध प्रकार आढळतात.

उपलब्ध कार्यशक्तीचा उपयोग केला जातो त्यावेळी खऱ्या अर्थाने ती संपत नाही किंवा नाहीशी होत नाही, तर तिचे केवळ एका प्रकारातून दुसऱ्या प्रकारात रूपांतर होत असते. कार्यशक्तीच्या अविनाशित्वाच्या नियमानुसार विश्वातील कार्यशक्तीचा एकूण संचय कायम स्वरूपात स्थिर आहे. कार्यशक्ति नष्ट होत नाही किंवा नव्याने निर्माणही होत नाही. एका रूपातून अदृश्य होऊन ती दुसऱ्या रूपात प्रकट होते. कार्यशक्तीचा एका रूपात अदृश्य होणारा संचय आणि त्यामुळे दुसऱ्या रूपात प्रकट होणारा संचय यांच्यातील प्रमाण ठरावीक असते आणि त्यास त्या दोन कार्यशक्तींचे ' सममूल्य ' असे म्हणतात.

कार्यशक्तीची अशी अनेक रूपांतरे आपल्या दैनंदिन जीवनात आपण अनुभवत असतो. त्यापैकी एक महत्वाचे उदाहरण आकृति क्रमांक (१) मध्ये दाखविलेले आहे. सौरशक्तीमुळे भूपृष्ठावरील पाण्याचे बाष्प तयार होते. हे बाष्प उंच गेल्यावर त्याचे ढग तयार होतात. त्यामुळे पाऊस पडतो. पावसाचे पाणी भूपृष्ठापेक्षा उंच ठिकाणी साचले की खालच्या पातळीवर त्याचा प्रवाह वेगाने येतो. या वेगाचा उपयोग करून पाणचक्र चालविता येते. पाणचक्राच्या मदतीने विद्युत्जनित्र चालवून विद्युत्शक्तीची निर्मिती करता येते आणि ती दिवा, पंखा, शेगडी, कारखान्यांतील निरनिराळी यंत्रे इत्यादि अनेक कारणांसाठी उपयोगात आणता येते. निसर्गातील कार्यशक्तीचा सूर्य हा सर्वात मोठा आणि मूलभूत संचय आहे असे म्हणावयास हरकत नाही.



आ. १ कार्यशक्तीची विविध रूपे व तिचे रूपांतर

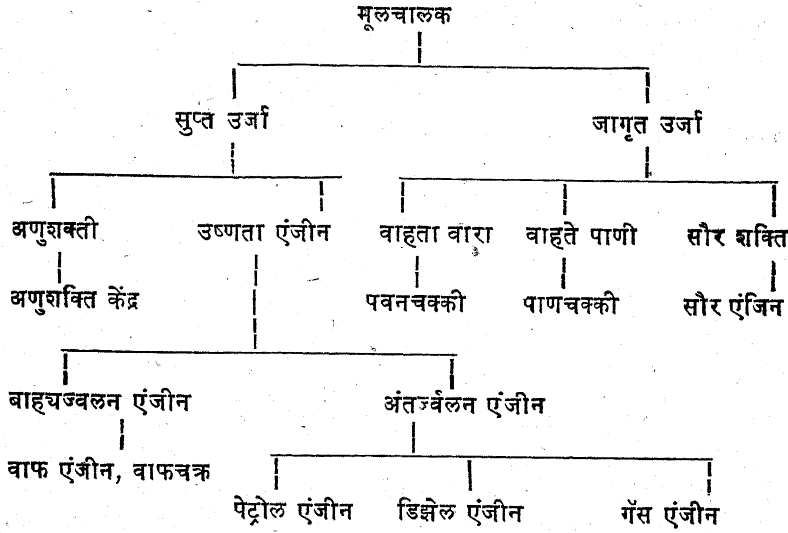
मूलचालक

निसर्गातील ऊर्जा ही सुप्तावस्थेत अथवा जागृतावस्थेत असते. तिचे रूपांतर यांत्रिक कार्यशक्तीत करणाऱ्या साधनयंत्रास ' मूलचालक ' असे म्हणतात.

लाकूड, दगडी कोळसा, खनिज तेले, तसेच द्रव्याचे अणु यांतील ऊर्जा सुप्तावस्थेत असते, तर वाहता वारा, वाहते पाणी किंवा सूर्यकिरण यांमधील ऊर्जा जागृतावस्थेत असते.

सर्वसाधारणत: सुप्तावस्थेतील ऊर्जा उपलब्ध करून घेऊन तिचे यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतर करणाऱ्या साधनयंत्रास ' एंजीन ' असे म्हणतात, तर जागृत ऊर्जेचे यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतर करणाऱ्या साधनयंत्रास ' चक्की ' असे नाव आहे.

मूलचालकांचे वर्गीकरण व त्यांतील एंजिनाचे नेमके स्थान एकाच दृष्टिक्षेपात लक्षात येण्यासाठी ते वृक्षरूपाने पुढे दिलेले आहे.



उष्णताशक्ती व यांत्रिक शक्ती यांचे परिमाण

उष्णता कार्यशक्ति 'किलोकॅलरी' या परिमाणात मोजतात. एक किलोग्रॅम वजनाच्या पाण्याचे तपमान एक अंश सेंटिग्रेडने वाढविण्यास जेवढी उष्णता लागते तिला एक किलोकॅलरी उष्णता कार्यशक्ति म्हणतात.

यांत्रिक कार्यशक्ति 'किलोग्रॅम–मीटर' या परिमाणात मोजतात. एक किलो ग्रॅम वजनाची वस्तु एक मीटर सरळ उंचीत उचलली असता जेवढे यांत्रिक कार्य होते ते एक किलोग्रॅम–मीटर यांत्रिक कार्य असे म्हणतात.

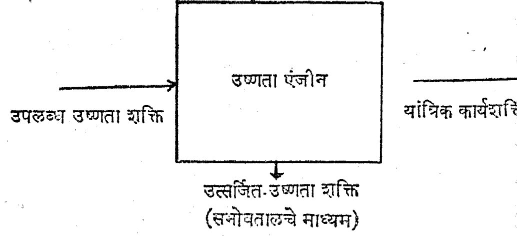
उष्णतेचे यांत्रिक सममूल्य (ज्यूलचा स्थिरांक)

कार्यशक्तीच्या रूपांतराच्या नियमानुसार उष्णताशक्तीचे जेव्हा यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतर होते तेव्हा प्रत्येक किलोकॅलरी उष्णताशक्तीमुळे ४२७ किलो-ग्रॅममीटर एवढी यांत्रिक कार्यशक्ति निर्माण होते. उष्णता कार्यशक्ति आणि यांत्रिक कार्यशक्ति यांच्यामधील या परस्पर प्रमाणाला उष्णतेचे यांत्रिक सममूल्य असे म्हणतात. 'ज्यूल' या विख्यात शास्त्रज्ञाने सर्वप्रथम हे प्रमाण शोधून सिद्ध केले असल्याने त्याला 'ज्यूलचा स्थिरांक' अशीही संज्ञा आहे.

उष्णता–एंजीन

उपलब्ध उष्णताशक्तीचे यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतर करणाऱ्या एंजिनास उष्णता एंजीन असे म्हणतात. वाफेचे एंजीन, स्वयंचलित वाहनांची एंजिने किंवा वाफचक्र ही उष्णता एंजिनाची उदाहरणे आहेत. उष्णता एंजिनांत उपलब्ध

असलेल्या सर्वच उष्णताशक्तीचे यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतर होऊ
त्यापैकी केवळ काही भागाचेच होते आणि उष्णताशक्तीचा उर्वरित
भोवतालच्या माध्यमांत उत्सर्जित केला जातो. आकृती क्रमांक
उष्णता एंजिनाचा नेमका अर्थ स्पष्ट होईल.



आ. २ उष्णता–एंजीन

औष्णिक कार्यक्षमता

यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतरीत झालेला उष्णताशक्तीचा सं
उपलब्ध असलेला उष्णताशक्तीचा सचय यांच्या गुणोत्तरास उ
औष्णिक कार्यक्षमता असे म्हणतात.

$$\text{औष्णिक कार्यक्षमता} = \frac{\text{यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतरीत झाले}}{\text{एकूण उपलब्ध असलेली उष्णताश}}$$

औष्णिक कार्यक्षमता ही सामान्यत: शतमानात व्यक्त केली
औष्णिक कार्यक्षमता जेवढी अधिक तेवढे साहजिकच ते एंजीन
व उपयुक्त ठरते.

कार्यकारी माध्यम

उष्णताशक्तीचे यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतर हे एखाद्या का
द्वारे करावे लागते. उपलब्ध उष्णताशक्तीचे शोषण केल्यामुळे या
निक किंवा रासायनिक किंवा दोन्ही प्रकारचे बदल होऊन माध्य
फळ व तपमान यांच्यातही इष्ट बदल होतात. वाढलेल्या दाबाचा
हालचालीसाठी करून यांत्रिक कार्यशक्ती निर्माण करता येते. व
इत्यादी कार्यकारी माध्यमाची उदाहरणे आहेत. वाफेच्या एंजिनात,
उष्णतेच्या सहाय्याने पाण्याची वाफ केली जाते. तेथील संकुचित
वाफेचा दाब वाढतो. ही अधिक दाबाची वाफ एंजिनात आणली
पावते, या प्रसरणामुळे दट्ट्या लोटला जातो आणि अशा रीतीने
शक्तीची निर्मिती होते. अर्थातच, या एंजिनात वाफ हे कार्यकारी

सारांश, कोणत्याही उष्णता एंजिनास कार्यान्वित होण्यासाठी उष्णताशक्तीचे निर्मितीस्थान, उत्सर्जित उष्णता-शोषक आणि कार्यकारी माध्यम या तिन्ही घटकांची आवश्यकता असते.

ज्वलनाची रासायनिक क्रिया आणि इंधने

कोणत्याही दोन अथवा अधिक मूलद्रव्यांचा एकमेकांशी संयोग होणारी किंवा संयोगावस्थेतील मूलद्रव्यांचे विघटन होणारी क्रिया म्हणजेच रासायनिक क्रिया होय. रासायनिक क्रिया प्रामुख्याने दोन प्रकारच्या असतात. उष्णतोत्सर्गी आणि उष्णताशोषी. उष्णतोत्सर्गी रासायनिक क्रियेत उष्णताशक्ती निर्माण होते, तर उष्णता शोषी रासायनिक क्रियेत उष्णताशक्ती शोषली जाते.

निसर्गातील कार्बन, हैड्रोजन, सल्फर इत्यादी मूलद्रव्ये विशिष्ट तपमानाला प्राणवायूशी संयोग पावतात. या संयोगाची रासायनिक क्रिया उष्णतोत्सर्गी असते आणि तिलाच ज्वलनक्रिया असे म्हणतात.

वर उल्लेखिलेल्या कार्बन, हैड्रोजन इत्यादि मूलद्रव्यांचा प्राणवायूशी होणारा संयोग उष्णतोत्सर्गी असल्याने या मूलद्रव्यांना ज्वलनक्षम मूलद्रव्य असे म्हणतात. ज्या पदार्थात ही मूलद्रव्ये त्यांच्या मूळ रूपात किंवा संयुगावस्थेत किंवा मिश्रण-स्वरूपात असतात त्या पदार्थांना ' इंधन ' असे म्हणतात.

लाकूड, खनिज तेल हे नैसर्गिक इंधनाचे प्रकार आहेत, तर वॉटरगॅस, लोणारी कोळसा यांना मानवनिर्मित किंवा कृत्रिम इंधने असे संबोधतात त्याखेरीज इंधनाचे घनरूप इंधने (लाकूड, कोळसा), द्रवरूप इंधने (पेट्रोल, डीझेल, केरोसिन आणि वायूरूप इंधने (मिथेन वायु, ॲसिटिलीन वायू) असेही वर्गीकरण करता येते.

सर्व प्रकारच्या उष्णता एंजिनांत उष्णताशक्ती ही ज्वलनक्रियेच्या द्वारेच उपलब्ध करून दिली जात असल्याने, प्रत्येक उष्णता एंजिनात इंधन हा सर्वात महत्वाचा आणि अनिवार्य घटक आहे हे वरील विवेचनावरून स्पष्ट होईल.

बाह्यज्वलन व अंतर्ज्वलन एंजिने

उष्णता एंजिनांचे बाह्यज्वलन एंजीन व अंतर्ज्वलन एंजीन असे दोन प्रमुख प्रकार आहेत. बाह्यज्वलन एंजिनात उष्णताशक्तीची निर्मिती आणि तिचे यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतर या क्रिया एंजिनाच्या दोन विभिन्न स्वतंत्र घटकांत घडून येतात याउलट अंतर्ज्वलन एंजिनात उष्णताशक्तीची निर्मिती आणि तिचे यांत्रिक कार्य-शक्तीत रूपांतर या दोन्ही क्रिया एंजिनाच्या एकाच घटकात घडून येतात, त्यासाठी दोन स्वतंत्र घटक नसतात.

वाफेच्या एंजिनाच्या ज्वलनक्रिया आणि उष्णताशक्तीची निर्मिती वाफनिर्माणकात होते आणि तेथे निर्माण झालेली अधिक दाबाची वाफ प्रत्यक्ष एंजिनात आणून दट्ट्याची हालचाल करण्यासाठी तिचा उपयोग केला जातो. त्यामुळे वाफेचे एंजीन हे बाह्यज्वलन एंजिनाचे उदाहरण झाले.

तथापि रस्त्यावरील स्वयंचलित वाहनांची एंजिने मात्र अंतर्ज्वलन एंजीन या प्रकारात मोडतात. अंतर्ज्वलन एंजिनात दट्ट्या ज्या घटकात हालचाल करतो, त्यातच वरच्या बाजूला ज्वलनकप्पा असतो. त्यामुळे ज्वलनक्रिया, उष्णताशक्तीची निर्मिती आणि तिचे लगोलग यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतर या सर्व क्रिया एंजिनांच्या एकाच बंदिस्त घटकात घडतात.

अंतर्ज्वलन एंजीन हे बाह्यज्वलन एंजिनापेक्षा अनेक दृष्टींनी सोयीचे व फायदेशीर असते. उष्णतानिर्मिती आणि तिचे रूपांतर एकाच घटकात होत असल्याने या एंजिनाची औष्णिक कार्यक्षमता बाह्यज्वलन एंजिनाच्या तुलनेत जास्त असते. अंतर्ज्वलन एंजिने आकाराने लहान व सुटसुटीत असतात आणि या एंजिनाचे एकूण सुटे भाग बाह्यज्वलन एंजिनपेक्षा संख्येने कमी असल्याने निगा ठेवणे सोयीस्कर व कमी खर्चाचे असते. अंतर्ज्वलन एंजिने बहुतांशी द्रवरूप इंधनावर चालतात आणि द्रवरूप इंधने साठवण करण्यासाठी सोयीची असतात. याखेरीज ही एंजिने चटकन् सुरू अथवा बंद करता येतात. या कारणास्तव व्यवहारात या प्रकारच्या एंजिनाचा खूप उपयोग होतो. सर्व प्रकारची वाहतूक, विद्युतनिर्मिती, शेतकी गरजा इत्यादि अनेक क्षेत्रांत ही एंजिने व्यापक प्रमाणावर वापरली जातात.



२ : अंतर्ज्वलन एंजिनाची मूलतत्वे

उष्मागतिक आवर्तन

डीझेल-एंजिन हे अंतर्ज्वलन एंजिनाच्या प्रकारात अंतर्भूत असल्याने डीझेल एंजिनांचा अभ्यास करण्यापूर्वी अंतर्ज्वलन एंजिनच्या कार्याची सर्वसाधारण रूपरेषा आणि मूलतत्वे यांची चर्चा करणे आवश्यक आहे. उष्णतेच्या शोषणामुळे किंवा ऊत्सर्जनामुळे कार्यकारी माध्यमाच्या आकुंचन, प्रसरण वगैरे ज्या क्रिया घडतात त्यांना उष्मागतिक क्रिया असे म्हणतात. अंतर्ज्वलन एंजिनातील उष्मागतिक क्रिया एका ठराविक क्रमाने घडत असतात. या सर्व क्रिया क्रमाने घडल्या की एक आवर्तन पूर्ण झाले असे म्हणतात. याचाच अर्थ असा की एका उष्मागतिक आवर्तनातील अखेरच्या क्रियेनंतर पुढील उष्मागतिक आवर्तनातील प्रथम क्रिया सुरू होते. प्रत्येक उष्मागतिक आवर्तनात उष्णतेचे शोषण, उष्णतेचे उत्सर्जन आणि यांत्रिक कार्याची निष्पत्ती होत असते. एंजीन कार्यान्वित असताना त्याच्या अंतर्भागात अशी आवर्तना-पाठोपाठ आवर्तने घडत राहतात एका आवर्तनात घडणाऱ्या उष्मागतिक क्रियांचा क्रम पुढे वर्णन केल्याप्रमाणे असतो.

१) कार्यकारी माध्यमाचे शोषण

२) कार्यकारी माध्यमाचे संकोचन किंवा संपीडन. संपीडनामुळे माध्यमाचा दाब, तपमान व घनता याच्यात वाढ, संपीडनक्रियेच्या अखेरीस इंधनाचे प्रज्वलन व ज्वलनक्रिया.

३) ज्वलनक्रियेत निर्माण झालेल्या उष्णताशक्तीचे माध्यमाकडून शोषण, त्यामुळे माध्यमाचे प्रसरण व यांत्रिक कार्यशक्तीचे निष्पत्ती

४) यांत्रिक कार्यनिर्मितीनंतर, प्रसरणामुळें दाब कमी झाल्याने निरुपयोगी ठरलेल्या कार्यकारी माध्यमाचे निष्कासन आणि बहिर्गमन.

उल्लेखिलेल्या सर्व क्रिया याच क्रमाने घडल्या की एक उष्मागतिक आवर्तन पूर्ण होते. निरुपयोगी ठरलेल्या माध्यमाचे निष्कासन पूर्ण झाल्यावर पुन्हा नवीन कार्यकारी माध्यमाच्या संचयाचे शोषण होऊन पुढील उष्मागतिक आवर्तन सुरु होते.

अंतर्ज्वलन इंजिनांचे वर्गीकरण

व्यवहारात जी अनेक प्रकारची अंतर्ज्वलन एंजिने आढळतात त्यांचे वर्गीकरण सामान्यत: पुढील आधारांवर केले जाते.

१) इंधनाचा प्रकार –
- अ) पेट्रोल एंजीन
- ब) डीझेल एंजीन
- क) गॅस एंजिन

२) उष्मागतिक आवर्तनाचा प्रकार –
- अ) ऑटो आवर्तन एंजीन
- ब) डीझेल आवर्तन एंजीन
- क) ऑटो डिझेल मिश्र आवर्तन एंजीन

३) दर आवर्तनागणिक दट्टयाची धावसंख्या–
- अ) द्विधावी आर्वतन
- ब) चार धावी आवर्तन

४) दट्टयाचे भ्रमण–
- अ) पश्चअग्र गति
- ब) वर्तुळाकार गति

५) सिलिंडर्सची संख्या–
- अ) एकसिलिंडर एंजीन
- ब) बहुसिलिंडर एंजीन

६) सिलिंडर्सची मांडणी–
- अ) अक्षसमांतर
- ब) अक्षछेदन

७) इंधनाचे प्रज्वलन–
- अ) ठिणगी प्रज्वलन (पेट्रोल एंजीन)
- ब) संपीडन प्रज्वलन (डिझेल इंजीन)

८) शीतलीकरण यंत्रणा
- अ) जलशीतल एंजीन
- ब) वातशीतल इंजीन

९) भुजादंडाची गति–
- अ) मंदगति एंजीन (भुजादंडाचे दर मिनिटास १००० पर्यंत फेरे)
- ब) मध्यमगति एंजीन (भुजादंडाचे दर मिनिटास १००० ते २००० फेरे)

क) शीघ्र किंवा उच्च गति एंजिन (भुजादंडाचे दर मिनिटास २००० पेक्षा अधिक फेरे)

१०) उपयोग :–

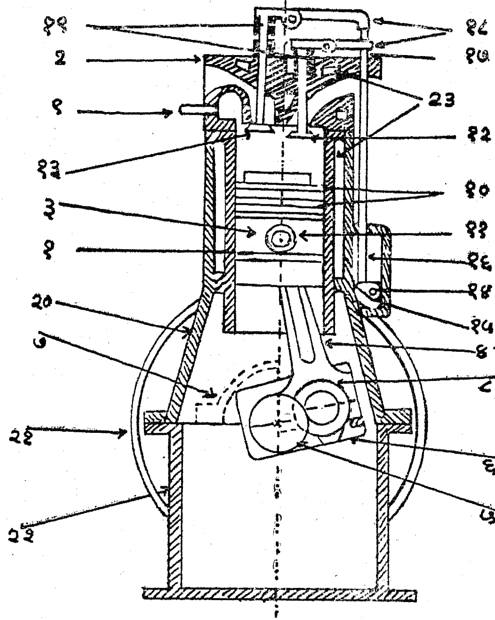
अ) चलित एंजिने (सर्व प्रकारची वाहतूक)

ब) स्थायी एंजिने (विद्युत्‌निर्मिती आणि यंत्रमूलचालक)

क) शेतकी गरजांची एंजिने (जलपुरवठा, ट्रॅक्टर्स वगैरे)

अंतर्ज्वलन एंजिनाची रचना

चारधावी अंतर्ज्वलन एंजिनाची अंतर्गत रचना आणि त्याच्या विविध घटकांची सापेक्ष स्थाने आकृति क्रमांक (३) मध्ये दिलेली आहेत.



आकृति क्रमांक ३ चारधावी अंतर्ज्वलन एंजीन

१) सिलिंडर २) सिलिंटर हेड ३) दट्ट्या ४) संयोग दांडा ५) भूजादंड ६) भूजा ७) मेन बेअरिंग ८) भूजाखीळ ९) अंतःक्षेपक १०) दट्ट्याकडी ११) दट्ट्याखीळ १२) प्रवेश झडप १३) निर्गम झडप १४) कॅमदंड १५) कॅम १६) कॅम अनुगामी १७) झडप उत्भापक १८) दोलनभूजा १९) झडपस्प्रिंग २०) फॅकेकेस २१) जडचक्र २२) बैठक २३) जलपोकळ्या.

सिलिंडरमध्ये दट्टया दोन स्थिरस्थानांमधील अंतरात पश्चअग्र गतीने हालचाल करीत असतो सिलिंडरचा अक्ष आकृति क्रमांक (३) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे उभट असेल तर या स्थिरस्थानांना उच्च स्थिरस्थान व कनिष्ठ स्थिरस्थान असे म्हणतात. अक्ष आडवा असेल तर या स्थिरस्थानांना आंतरिक स्थिरस्थान व बाह्य स्थिरस्थान असे म्हणतात. या दोन स्थिरस्थानांमध्ये दट्टया जे अंतर आक्रमितो त्यास दट्टयाची एक 'धाव' असे म्हणतात. संयोगदांडयाच्या मदतीने दट्टयाच्या पश्चअग्र गतीचे भुजादंडाच्या वर्तुळाकार गतीत रूपांतर केले जाते. संयोगदांडयाच्या, दोन टोकांपैकी लहान टोक दट्टयातील खिळीला व मोठे टोक भुजाखिळीला खिळीच्या सांध्याप्रमाणे जोडलेले असते. दट्टया उच्च स्थिरस्थानाशी आला असता त्याच्या वरच्या बाजूस जी पोकळी रहाते तिला ज्वलनकप्पा असे संबोधतात. एंजिनास लागणाऱ्या इंधनाचे ज्वलन याच कप्प्यात होते. ज्वलनकप्प्यात दोन झडपा असतात. त्यांना प्रवेश झडप (शोषण झडप) व निर्गम झडप (निष्कासन झडप) असे म्हणतात. कार्यकारी माध्यमाचा नवीन संचय आवर्तनाच्या सुरवातीस प्रवेश झडपेच्या मार्गाने शोषिला जातो आणि निरुपयोगी झालेले माध्यम निर्गम झडपेच्या मार्गाने बाहेर लोटून दिले जाते या दोन्ही झडपांची यंत्रणा एंजीनकडूनच कार्यान्वित केली जाते. भुजादंड मुख्य बेअरिंगमध्ये फिरतो आणि भुजादंडास चावीच्या साहाय्याने एक जडचक्र जोडलेले असते. एंजीनातील आवर्तनांत दट्टयावरील कार्यकारी माध्यमाचा दाब सतत बदलत रहातो. या बदलाचा भुजादंडाच्या गतीवर अनिष्ट परिणाम होऊ नये यासाठी या जडचक्राचा उपयोग होतो.

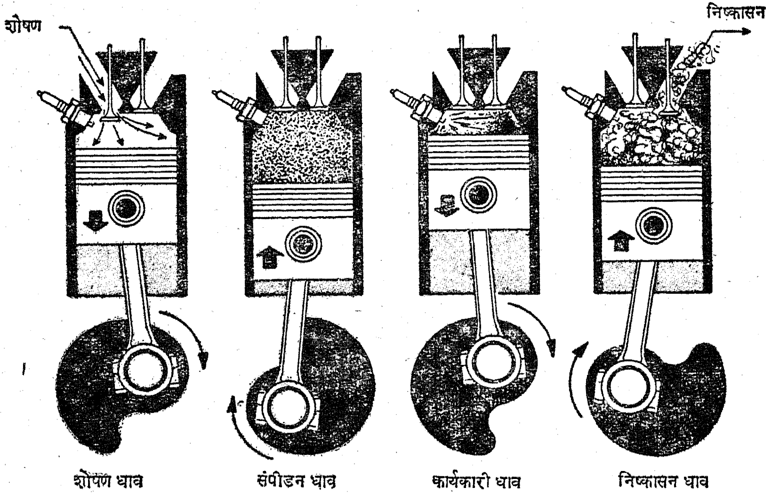
चारधावी आवर्तन एंजिनाचे कार्य

चारधावी आवर्तन एंजिनाचे कार्य पुढील विवेचनावरून आणि आकृति क्रमांक (४) वरून स्पष्ट होईल.

प्रथम दट्टया उच्च स्थिरस्थानाकडून कनिष्ठ स्थिरस्थानाकडे सरकू लागला की दट्टयाच्या वरच्या बाजूला अंशतः निर्वात पोकळी तयार होते. याचवेळी प्रवेशझडप उघडल्याने कार्यकारी माध्यमाचे सिलिंडरमध्ये शोषण केले जाते. ही शोषणक्रिया दट्टया कनिष्ठ स्थिरस्थानाशी पोहोचेपर्यंत चालू रहाते. दट्टया कनिष्ठ स्थिरस्थानाला पोहोचला की प्रवेश झडप बंद होऊन शोषणक्रिया थांबते. या धावेस 'शोषण धाव' असे म्हणतात. या धावेत भुजाखीळ आणि त्यामुळे भुजादंड १८०^{0} च्या कोनांतून म्हणजेच अर्धवर्तुळातून फिरतात. निर्गम झडप या धावेत बंद असते.

दट्टया कनिष्ठ स्थानाकडून उच्च स्थिरस्थानाकडे सरकू लागतो. दोन्ही झडपा बंद असल्याने कार्यकारी माध्यमाचे संपीडन होतें आणि त्याचे तपमान, दाब व घनता वाढतात. दट्टया उच्च स्थिरस्थानाला पोहोचला की ही संपीडन-

क्रिया पूर्ण होते. या धावेस ‘ संपीडन धाव ’ असे म्हणतात. या धावेत भुजाखीळ आणि भुजादंड आणखी एका अर्धवर्तुळांतून फिरून आपल्या मूळ स्थानापासून एक वर्तुळाकार फेरा पूर्ण करतात. संपीडन धावेच्याच अखेरच्या टप्प्यात ज्वलनकप्प्यात इंधनाचे प्रज्वलन व ज्वलन घडून येते. ज्वलनक्रियेत निर्माण झालेली उष्णताशक्ति कार्यकारी माध्यमात शोषिली जाऊन त्याच्या तपमानात व दाबात वाढ होते. संपीडन धावेच्या अन्ती कार्यकारी माध्यमाचा दाब व तपमान कमाल असावेत अशी अपेक्षा असल्यानें, धाव पूर्ण होण्यापूर्वीच इंधनाचे प्रज्वलन घडवून आणले जाते व धावेच्या अखेरीस ज्वलनक्रिया बहुतांशी पूर्ण होते.



आ. ४ अंतर्ज्वलन एंजीनातील चार भिन्न धावा

ज्वलनक्रियेतील उष्णताशक्तीच्या शोषणामुळे माध्यमाचे प्रसरण होऊ लागते. त्यायोगे दट्टया उच्च स्थिरस्थानाकडून कनिष्ठ स्थिरस्थानाकडे लोटला जाऊ लागतो. एंजिनातील आवर्तनांत खरीखुरी कार्यनिर्मिती याच धावेत होत असल्यानें तिला ‘ कार्यकारी धाव ’ किंवा ‘ कार्यनिर्माणक धाव ’ असे म्हणतात. दट्टया कनिष्ठ स्थिरस्थानाशी पोहोचेपर्यंत ही धाव चालू रहाते. या धावेत भुजाखिळ आणि भुजादंड अर्धवर्तुळातून फिरतात आणि दोन्ही झडपा बंद असतात. प्रसरणामुळे माध्यमाचा दाब कमी होऊन धावेच्या अखेर ते निरुपयोगी होते.

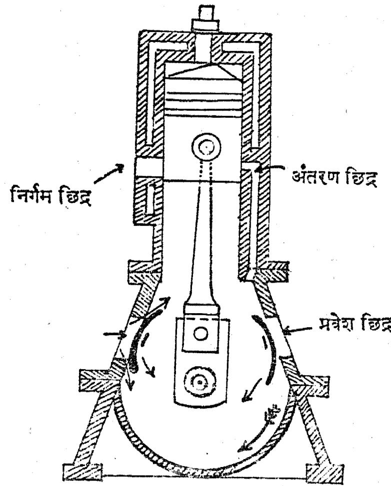
निरुपयोगी झालेले हे माध्यम अखेरच्या धावेत दट्टयाच्या सहाय्याने निर्गम झडपेंतून बाहेर लोटून दिले जाते. या धावेत दट्टया कनिष्ठ स्थिरस्थानाकडून उच्च स्थिरस्थानाकडे येतो, निर्गम झडप उघडी असते तर प्रवेश झडप बंद असते. भुजाखिळ आणि भुजादंड अर्धवर्तुळातून फिरून आपल्या स्थानावर येतात. या धावेस

' निर्गम धाव ' किंवा निष्कासन धाव अशी संज्ञा आहे. या धावेबरोबरच एंजिना-तील एक उष्मागतिक आवर्तन पूर्ण होते.

प्रत्येक धावेत भुजादंड अर्धवर्तुळातून फिरत असल्याने चारधाबी एंजिनाच्या एका उष्मागतिक आवर्तनात भुजादंडाचे दोन फेरे पूर्ण होतात. सारांश, चारधावी एंजीन जर प्रतिमिनीटास २००० फेरे या गतीने फिरत असेल, तर एंजिनाच्या अंतर्गत भागात प्रति मिनिटास १००० उष्मागतिक आवर्तने पूर्ण होतात.

द्विधावी आवर्तन एंजिनाची रचना आणि कार्य

ज्या एंजिनातील उष्मागतिक आवर्तन दट्टयाच्या दोन सलग धावांत, म्हण-जेच भुजादंडाच्या एकाच फेऱ्यात पूर्ण होते त्या एंजिनास ' द्विधावी आवर्तन एंजीन ' असे म्हणतात. द्विधावी आणि चारधावी एंजिनांचे कार्यतत्व समान असले तरी द्विधावी एंजिनाची रचना, बांधणी आणि कार्यपद्धती चारधावी एंजिनापेक्षा अनेक बाबतीत भिन्न असते. आकृती क्रमांक (५) मध्ये द्विधावी एंजिनाची अंतर्गत रचना दर्शविलेली आहे.



आ. ५ द्विधावी आवर्जन एंजीन

चारधावी एंजिनाप्रमाणे द्विधावी एंजिनास उपयुक्त माध्यमाच्या शोषणासाठी किंवा निरुपयोगी माध्यमाच्या निष्कासनासाठी झडपा नसतात. सिलिंडरच्या पृष्ठ-भागावर असलेली छिद्रे या झडपांचे कार्य करतात. दट्टयाच्या धावेमुळेच या छिद्रांची उघडमीट होत असते. त्यापैकी निर्गम छिद्राचा उपयोग निरुपयोगी झालेले माध्यम बाहेर जाण्यासाठी होतो, तर प्रवेश छिद्राचा (किंवा अंतरण छिद्राचा)

उपयोग नवे उपयुक्त माध्यम आत येण्यासाठी होतो. नवे माध्यम आत आल्यावर दट्टयाच्या विशिष्ट आकारामुळे सिलिंडरच्या वरच्या भागात जमा होते. या एंजिनाचे कार्य पुढीलप्रमाणे चालते.

ज्वलनकप्प्यात इंधनाचे ज्वलन झाले की माध्यमाचा दाब वाढून त्याचे प्रसरण होऊ लागते. त्यामुळे दट्टया खाली लोटला जाऊ लागतो. तसेच प्रसरणामुळे माध्यमाच्या दाबातही घट होऊ लागते. दट्टयाच्या वरचा पृष्ठभाग निर्गम छिद्र ओलांडून खाली गेला की माध्यमाचा बराचसा संचय या मोकळ्या झालेल्या मार्गाने बाहेर पडतो. कारण माध्यमाचा दाब यावेळी बाहेरच्या वातावरणाच्या दाबापेक्षा काहीसा जास्तच असतो. त्यानंतर दट्टया आणखी खाली सरकला की प्रवेशछिद्र मोकळे होते आणि नवे उपयुक्त माध्यम त्या छिद्रातून आत येते. परंतु नव्या माध्यमाच्या प्रवेशाची ही क्रिया चारधावी एंजिनातल्याप्रमाणे शोषणक्रिया नसते. कार्यकारी माध्यमाचा जास्तीत जास्त संचय सिलिंडरमध्ये येण्यासाठी आणि तेथे उरलेल्या निरुपयोगी माध्यमाचा थोडाफार संचय बाहेर घालवण्यासाठी हे नवे कार्यकारी माध्यम अधिक दाबाखाली सिलिंडरमध्ये लोटावे लागते. हा हेतु साध्य करण्यासाठी बहुतेक द्विधावी आवर्तन एंजिनात 'क्रँककेस संपीडन' ही पद्धत वापरतात. म्हणून आकृती क्रमांक (५) मध्ये तिची रचना दर्शविली आहे. या पद्धतीत एंजिनाची क्रँककेस हवाबंद असते आणि तिला प्रवेशछिद्रे असतात. दट्टया वर जाऊ लागला की कार्यकारी माध्यमाचे क्रँककेसमध्ये शोषण होते आणि दट्टया खाली येऊ लागला की त्याचे संपीडन होऊन अधिक दाबाचे हे माध्यम अंतरण छिद्रातून दट्टयाच्या वरच्या भागात शिरते. दट्टया कनिष्ठ स्थिरस्थानाकडून अुच्च स्थिरस्थानाकडे जाऊ लागला की वरच्या बाजूला प्रवेशिलेल्या या माध्यमाचे संपीडन होऊन संपीडनक्रियेच्या अखेरीस इंधनाचे प्रज्वलन व ज्वलन होते.

सारांश, दट्टया खाली येत असताना माध्यमाचे प्रसरण आणि कार्यनिर्मिती, निरुपयोगी माध्यमाचे बहिर्गमन आणि उपयुक्त माध्यमाचा प्रवेश या तीनही क्रिया या क्रमाने घडून येतात, तर दट्टया वर जात असताना उपयुक्त माध्यमाचे संपीडन व त्याच्या अखेरी ज्वलनक्रिया घडून येते. म्हणजेच दट्टयाच्या दोन धावांत किंवा भुजादंडाच्या एकाच फेऱ्यात द्विधावी एंजिनात एक उष्मागतिक आवर्तन पूर्ण होते.

द्विधावी व चारधावी आवर्तन एंजिनांची तुलना

द्विधावी एंजिनात भुजादंडाच्या प्रत्येक फेऱ्यात कार्यनिर्मिती होते तर चारधावी एंजिनात भुजादंडाच्या दोन फेऱ्यांत एकदा कार्यनिर्मिती होते. त्यामुळे द्विधावी एंजिनाचे सामर्थ्य किंवा कार्यत्वरा समान आकाराच्या आणि समगतीने चालणाऱ्या चारधावी एंजिनाच्या तत्वतः दुप्पट असते. तथापि द्विधावी एंजिनाच्या कार्यपद्धतीत

दोन ठळक दोष असतात. एक म्हणजे प्रवेशछिद्र उघडे असताना निर्गम छिद्रही उघडे असते. त्यामुळे नवीन कार्यकारी माध्यम इंधनासह असेल तर त्यापैकी काही इंधन निर्गम छिद्रातून निघून जाऊन इंधनाचे नुकसान होते, आणि दुसरे म्हणजे निरुपयोगी झालेले माध्यम पूर्णतः सिलिंडरबाहेर जात नाही व त्यातील उर्वरित संचयामुळे नवीन उपयुक्त माध्यमात भेसळ होते. परिणामी ज्वलनक्रिया यथायोग्य होत नाही. त्याचप्रमाणे द्विधावी एंजिनात वंगण तेल जळून होणारे नुकसानही जास्त असते. या प्रमुख दोषांमुळे द्विधावी एंजिनाची औष्णिक कार्यक्षमता चारधावी एंजिनापेक्षा कमी असते. परंतु सोपी कार्यपद्धती, सुटया घटकांची मर्यादित संख्या, बंदिस्त रचना आणि सुटसुटित आकार या महत्वाच्या गुणांमुळे मर्यादित सामर्थ्याच्या स्कूटर, फटफटी वगैरे दुचाकी स्वयंचलित वाहनांना व ऑटोरिक्षासारख्या तीनचाकी वाहनांना द्विधावी एंजिन वापरणे अधिक सोयिस्कर पडते.

संपीडन गुणोत्तर

कार्यकारी माध्यमाचे संपीडन होण्यापूर्वीचे घनफळ आणि संपीडन झाल्यानंतरचे घनफळ यांच्या गुणोत्तरास संपीडन गुणोत्तर असे म्हणतात. संपीडन झाल्यानंतरचे माध्यमाचे घनफळ हे ज्वलनकप्प्याच्या घनफळाएवढे असते, तर संपीडन होण्यापूर्वी माध्यमाने दट्टयाच्या वरच्या बाजूचे सर्व घनफळ व्यापल्याने ते ज्वलनकप्प्यांचे घनफळ व दट्टयाने एका धावेत सारलेले घनफळ यांच्या बेरजेएवढे असते. दट्टयाच्या एका धावेत सारल्या जाणाऱ्या घनफळास 'धाव घनफळ' असे संबोधतात. अर्थातच,

$$\text{धाव घनफळ} = \frac{२२}{७} \times \frac{(\text{दट्टयाचा व्यास})^2}{४} \times \text{दट्टयाची धाव}$$

$$\text{संपीडन गुणोत्तर} = \frac{\text{संपीडनापूर्वीचे घनफळ}}{\text{संपीडनानंतरचे घनफळ}}$$

$$= \frac{\text{धाव घनफळ} + \text{ज्वलनकप्प्याचे घनफळ}}{\text{ज्वलनकप्प्याचे घनफळ}}$$

अंतर्ज्वलन एंजिनातील प्रज्वलन

एंजिनात इंधनाच्या ज्वलनास आरंभ करण्याच्या क्रियेस 'प्रज्वलन' असे म्हणतात. ज्या विशिष्ट तपमानाला इंधनाचे प्रज्वलन होते म्हणजेच इंधन पेट घेते, त्या तपमानास इंधनाचा 'ज्वलनांक' किंवा 'प्रज्वलन बिंदू' असे म्हणतात. पेट्रोल व डीझेल ही इंधने वापरणाऱ्या एंजिनात इंधनाचे प्रज्वलन भिन्न प्रकारे घडवून आणले जाते.

पेट्रोल एंजिनात शोषण धावेत शोषिलेले कार्यकारी माध्यम म्हणजे हवा आणि पेट्रोल यांच्या ज्वलनशील मिश्रणाचा संचय असतो. या कार्यकारी माध्यामचे संपीडन केले असता त्याचे तपमान वाढते. तथापि पेट्रोल एंजिनातील संपीडन गुणोत्तर ५ : १ पासून ९ : १ या दरम्यान असल्याने, संपीडनाच्या अखेरी कार्यकारी माध्यमाचे तपमान पेट्रोलच्या ज्वलनांकाएवढे वाढत नाही. त्यामुळे पेट्रोल एंजिनात प्रज्वलन घडवून आणण्यासाठी एक स्वतंत्र यंत्रणा आवश्यक असते. या यंत्रणेला 'ठिणगी-प्रज्वलन यंत्रणा' असे म्हणतात. ज्वलनकप्प्यातील ठिणगी प्लगच्या सहाय्यानें संपीडन क्रियेच्या शेवटी योग्य क्षणी कार्यकारी माध्यमात ठिणगी पाडली जाते. तिच्यामुळे हवा व पेट्रोल यांचे मिश्रण एकदम पेट घेते व ज्वलनक्रिया घडून येते. ही ठिणगी निर्माण करण्यासाठी सुमारे वीस हजार व्होल्ट्स एवढ्या शक्तिमान विद्युत्दाबाचा तात्कालिक पुरवठा करावा लागतो.

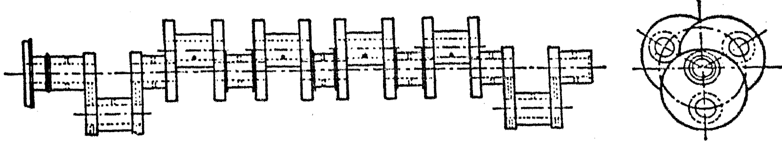
डीझेल एंजिनातील प्रज्वलनक्रिया मात्र यापेक्षा पूर्णपणे भिन्न स्वरूपाची असते. डीझेल एंजिनाच्या शोषण धावेत फक्त हवा शोषिली जाते व संपीडन धावेत या हवेचे संपीडन होते. परन्तु डीझेल एंजिनातील संपीडन गुणोत्तर १४ : १ एवढें किंवा याहीपेक्षा अधिक असल्याने संपीडनक्रियेच्या अखेरी हवेचे तपमान डीझेल तेलाच्या ज्वलनांकापेक्षाही अधिक होते. संपीडनक्रियेच्या शेवटी ज्वलनकप्प्यातील अंतःक्षेपकातून डीझेल तेलाचे अंतःक्षेपण केले की या तपमानामुळे ते आपोआप पेट घेते व ज्वलनक्रिया घडून येते. सारांश, डीझेल एंजिनात प्रज्वलनासाठी कोणत्याही प्रकारची स्वतंत्र यंत्रणा आवश्यक नसते. अशा प्रकारच्या प्रज्वलनास 'संपीडन प्रज्वलन' असे म्हणतात.

एकसिलिंडर व बहुसिलिंडर एंजिने

यापूर्वीच्या विवेचनात एंजिनातील एकाच सिलिंडरमध्ये घडणाऱ्या क्रियांची चर्चा केली आहे. प्रत्यक्षात एंजिनातून जास्त सामर्थ्य मिळविण्यासाठी एकापेक्षा अधिक सिलिंडर्सचीही योजना असू शकते. त्यानुसार एंजिनांचे एक-सिलिंडर व बहु-सिलिंडर असे प्रकार पडतात. बहुसिलिंडर एंजिनांत, एंजिनातील विविध प्रेरणाशक्तीचा समन्वय आणि तोल साधण्यासाठी सिलिंडर्सची संख्या सामान्यतः २, ४, ६, ८ अशी असते आणि एकाच वेळी वेगवेगळ्या सिलिंडर्समध्ये भिन्न भिन्न उष्मागतिक क्रिया घडत असतात. बहुसिलिंडर एंजिनात ज्या क्रमाने वेगवेगळ्या सिलिंडर्समध्ये प्रज्वलनक्रिया घडते, त्याला प्रज्वलनक्रियाक्रम असे म्हणतात. उदाहरणार्थ चार-सिलिंडर्स एंजिनात प्रज्वलनक्रियाक्रम १-३-४-२ असा असतो, तर सहा सिलिंडर एंजिनात तो १-५-३-६-२-४ अशा प्रकारे असतो.

बहुसिलिंडर एंजिनात सिलिंडर्सची मांडणी दोन प्रकारची असते. पहिल्या

प्रकारास 'अक्षसमान्तर मांडणी' असे म्हणतात आणि त्यात सर्व सलग सिलिंडर्सचे अक्ष एकमेकांना समान्तर असून ते एकाच प्रतलात असतात. दुसऱ्या प्रकाराला 'अक्षछेदन मांडणी' असे म्हणतात व त्यात दोन दोन सिलिंडर्सचे अक्ष एकमेकांना छेदतात व एकमेकांशी इंग्रजी 'व्ही' (V) असा आकार करतात. हा छेदनकोन सामान्यत: ३०° ते ४५° असतो. बहुसिलिंडर एंजिनाच्या सर्व सिलिंडर्समधील दट्टे संयोगदांड्यांच्या सहाय्याने एकाच अखंड भुजादंडाला पण वेगवेगळ्या भुजाखिळींना जोडलेले असतात. अशा बहुसिलिंडर एंजिनाचा भुजादंड आकृती क्रमांक (६) मध्ये दाखविल्याप्रमाणे दिसतो.



आ. ६ सहा-सिलिंडर एंजीनाचा भूजादंड

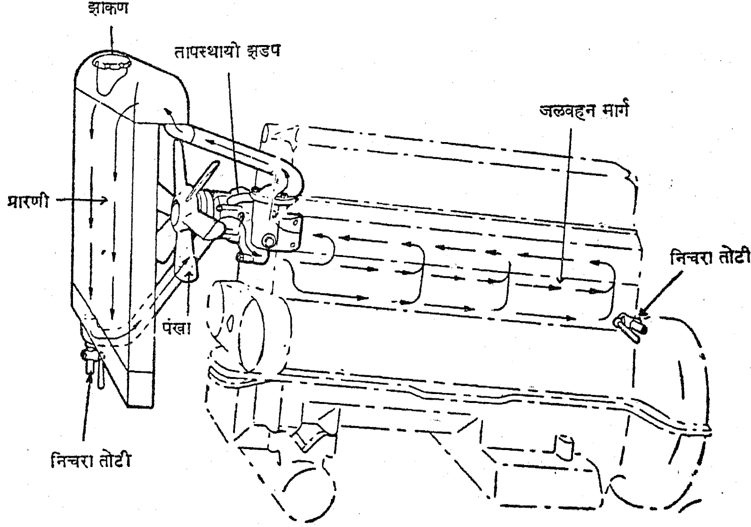
दुचाकी व तीन चाकी छोट्या स्वयंचलित वाहनांसाठी सर्वसाधारणत: एक-सिलिंडर एंजिने वापरतात, तर चारचाकी, सहाचाकी मोठी वाहने, ट्रॅक्टर्स वगैरेसाठी बहुसिलिंडर एंजिनाचा वापर होतो. विहिरीवरील जलपंपासाठी बहुधा एकसिलिंडर डीझेल एंजिने वापरली जातात.

अंतर्ज्वलन एंजिनाचे शीतलीकरण

अंतर्ज्वलन एंजिनात अंतर्गत भागातच ज्वलनक्रिया घडत असल्याने, ज्वलन-काळात सिलिंडरमधील तपमान खूप वाढते. या वाढलेल्या तपमानाचे सिलिंडर लाईनर, दट्ट्या, ज्वलनकप्प्याचे तट यांच्या धातूंवर अनेक दुष्परिणाम होण्याचा संभव असतो. हे तपमान एका विशिष्ट मर्यादेच्या पलिकडे गेले तर कदाचित या घटकांना तडे जाण्याचा किंवा ते निकामी होण्याचाही संभव असतो अंतर्गत भागातील तपमानाने धोक्याची पातळी ओलांडू नये आणि एंजिनाचे कार्य निर्धोक चालावे यासाठी ज्वलनक्रियेत निर्माण होणाऱ्या अतिरिक्त उष्णतेचे संक्रमण होऊन ती एंजिनापासून दूर वाहून नेणे अत्यावश्यक असते. याकरिता हवा किंवा पाणी या माध्यमांच्या सहाय्याने एंजिनाचे शीतलीकरण करावे लागते. वापरलेल्या माध्यमानुसार शीतलीकरणाच्या पद्धतीला जलशीतलीकरण किंवा वातशीतलीकरण असे संबोधले जाते.

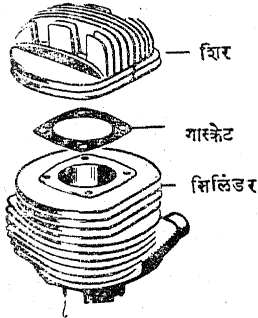
जलशीतलीकरण पद्धतींत सिलिंडर लाईनर, ज्वलनकप्पा, झडपछिद्रे वगैरे एंजिनघटकांच्या सभोवताली पोकळ्या असतात व त्यांतून पाणी खेळविले जाते. हे वाहते पाणी ज्वलनक्रियेतील अतिरिक्त उष्णता शोषून एंजिनपासून दूर नेते. बंदिस्त-मंडल जलशीतलीकरण यंत्रणा आकृती क्रमांक (७) मध्ये दर्शविलेली आहे.

या पद्धतीत एंजिनातील जलपोकळ्यांतून खेळविले जाणारे पाणी जलपंप– ापस्थापक – एंजिन– प्रारणी– जलपंप अशा बंदिस्त मंडलातून फिरत रहाते. ापस्थायी झडपेचे किंवा तापस्थापकाचे कार्य एंजिनाच्या तपमानानुसार चालते. कत्याच सुरू केलेल्या एंजिनाचे तपमान कमी असताना, पाणी तापस्थापकाकडून जिनाकडे न जाता पुन्हा जलपंपाकडे पाठविले जाते. इंजिनाने तपमानाची एक ठरा- त्मक पातळी गाठली की तापस्थापकातून पाणी एंजिनातील जलपोकळ्यांकडे वाहू



आ. ७ बंदिस्त–मंडल जलशीतलीकरण यंत्रणा

ागते व उष्णतासंक्रमणाची क्रिया चालू होते. प्रारणीत अनेक वाहक–नलिका कमेकांना जोडून जलप्रवाहाचे एकूण अंतर व उष्णतेचे संक्रमण करणारा पृष्ठभाग ाढविला जातो.



एंजिनातून वाहत असताना उष्णता शोषून घेतल्याने पाण्याचे तपमान वाढते व प्रारणीत ही उष्णता बाहेरच्या हवेत सोडून दिल्याने पाण्याचे तपमान उतरते. अशा रीतीने थंड झालेले पाणी पुन्हा एंजिनाकडे पाठविले जाते. उष्णतेच्या संक्र- मणासाठी आवश्यक असलेला हवेचा जोरदार झोत ओढून घेण्यासाठी प्रारणी व एंजीन यांच्या मधोमध एक पंखा लावलेला असतो. हा पंखा व जलपंप यांना लाग-

ा. ८ वातशीतल एंजीनाचे बाह्यांग

णारी कार्यशक्ति एंजिनाकडूनच पुरविली जाते. चारचाकी व सहाचाकी स्वयंचलित वाहनांच्या एंजिनासाठी बंदिस्त-मंडल जलशीतलीकरण यंत्रणाच योजिलेली असते.

वातशीतल एंजिनात एंजिनाच्या बाह्यांगाच्या पृष्ठभाग अखंड पट्टयांच्या किंवा पंखांच्या सहाय्याने वाढविलेला असतो. उष्णतेच्या संक्रमणाचा वेग पृष्ठीय क्षेत्रफळाच्या सम प्रमाणात वाढतो. वातशीतल एंजिनांचे बाह्यांग आकृती क्रमांक ८ मध्ये दाखविल्याप्रमाणे दिसते.

दुचाकी व तीनचाकी स्वयंचलित वाहनांची एंजिने लहान आकाराची व माफक सामर्थ्याची असल्याने ती बहुधा वातशीतल असतात. असे वाहन पुढे जात असताना हवेचा जो झोत येतो तो या एंजिनाचे शीतली करण करण्यासाठी पुरेसा असतो. पृष्ठीय क्षेत्रफळ वाढविण्याच्या या पट्टया सिलिंडर व सिलिंडरहेड या दोन्ही घटकांवर आणि त्या घटकांशी अखंड असतात.

अंतर्ज्वलन एंजिनांचे व्यावहारिक उपयोग :

बंदिस्त रचना, सुटसुटित आकार, एकूण घटकांची मर्यादित संख्या, इतर मूलचालकांच्या तुलनेने अधिक औष्णिक कार्यक्षमता, सोपी व कमी खर्चाची निगा आणि त्वरित सुरू किंवा बंद होण्याची क्षमता या विविध गुणांमुळे अंतर्ज्वलन एंजीन व्यवहारात अनेक ठिकाणी उपयोगी पडते.

१) खालील सर्व प्रकारच्या परिवहनांत अंतर्ज्वलन एंजिनाच्या कार्यशक्ती निर्माणक म्हणून उपयोग होतो.

अ) रस्ता वाहतूक— सर्व प्रकारची स्वयंचलीत वाहने

ब) रेल्वे वाहतूक— डीझेल आणि डीझेल- विद्युत लोकोमोटिव्ह

क) अवकाश पर्यटन— विमाने

ड) सागरी पर्यटन— बोटी, जहाजे वगैरे

इ) शेतकी गरजा— ट्रॅक्टर्स

२) मर्यादित प्रमाणात विद्युतनिर्मिती करण्यासाठी अंतर्ज्वलन एंजिनाचा, विशेषत: डीझेल एंजिनाचा उपयोग होतो.

३) शेतीला पाणीपुरवठा करण्यासाठी डीझेल एंजिनावर चालणारे जल-प्रेषण पंप विहीरीवर बसवतात.

४) औद्योगिक कारखान्यांमध्ये विविध यंत्रांचे मूलचालक म्हणून अंतर्ज्वलन एंजिनांचा उपयोग करतात.

५) पिठाची चक्की, हवासंपीडक यासाठी अंतर्ज्वलन एंजिनाचा चालक म्हणून उपयोग होतो.



३ : डीझेल एंजिने -- निर्मिती आणि विकास

आजचे अतिशय प्रगत अवस्थेतील अंतर्ज्वलन एंजीन हे जेम्स वॉट यांच्या वाफ– एंजिनाच्या मूळ कल्पनेतून आणि त्याच्या विकासातूनच निर्माण झालेले आहे. अंतर्ज्वलन एंजिनाचा संशोधक म्हणून कोणाही एकमेव व्यक्तीचा नामनिर्देश करता येणार नाही. तथापि या संबंधीच्या सुरवातीच्या प्रयत्नांचे श्रेय ' आबे झां दे ओट-फय ' (इ. स. १६७७), 'रॉबर्ट स्ट्रीट' (इ. स. १७९४),'लबाँ' (इ. स. १८०१) ' सॅम्यूएल ब्राऊन ' (इ. स. १८२३), ' डब्लू. एल. राईट ' (१८३३) आणि ' अल्फॉंस ब्लू दरोचस ' (इ. स. १८६२) या विद्वान संशोधकांना द्यावे लागेल.

इ. स. १८७६ मध्ये ' निकोलस ऑटो ' व 'लांगेन ' यांनी दीर्घ प्रयत्नांनंतर जे एंजीन तयार केले तेच पहिले व्यावहारिक व उपयुक्त असे अंतर्ज्वलन एंजीन ठरले. ' ऑटो ' यांच्या नावावरून त्या एंजिनाच्या कार्यपद्धतीस ' ऑटो आवर्तन ' आणि एंजिनास ऑटो आवर्तन एंजीन असे नाव पडले. या एंजिनातील एक उष्मागतिक आवर्तन पूर्ण होण्यास दट्ट्याच्या चार धावा अथवा भुजादंडाचे दोन पूर्ण फेरे लागत असत. पुढे इ. स. १८७८ मध्ये ' सर ड्यूगाल क्लार्क ' यांनी दट्ट्याच्या केवळ दोन धावांत आणि भुजादंडाच्या एकाच पूर्ण फेऱ्यात एक उष्मागतिक आवर्तन पूर्ण करणारे एंजीन तयार केले.

आजच्या डीझेल एंजिनाच्या निर्मितीचे आणि संशोधनाचे श्रेय ' डॉ. रूडॉल्फ डीझेल ' (इ. स. १८५८–१९१३) यांना दिले जाते. म्यूनिक विद्यापिठात त्यांनी आपले तांत्रिक शिक्षण पूर्ण केले. त्यावेळी तेथील एका प्राध्यापकाच्या सांगण्यानुसार ऑटो आवर्तनावर चालणाऱ्या एंजिनाची औष्णिक कार्यक्षमता कशी वाढवता येईल, यावर त्यांनी कसोशीने विचार केला आणि विचारान्ती, ऑटोआवर्तना-ऐवजी एक चार धावांचेच पण नवीन वेगळ्या प्रकारचे उष्मागतिक आवर्तन पुढे आणले. ऑटो आवर्तनात इंधनाचे ज्वलन जे स्थिर घनफळात होते, त्याऐवजी ते स्थिर दाबात व्हावे आणि ज्वलनक्रियेला अवधी वाढावा असे त्यांनी प्रतिपादित केले. या नवीन व मूलगामी प्रस्तावाबद्दल, इ. स. १८९२ मध्ये त्यांना ' एकस्व ' प्राप्त

झाले. इ. स. १८९३ मध्ये या आवर्तनांत आणखी काही सुधारणा करून त्यांनी त्यावर पुन्हा ' एकस्व ' मिळविले

त्यानंतर विख्यात कारखानदार ' क्रप ' आणि आऊजबर्ग कारखान्याचे चालक यांच्या सहकार्याने याच कारखान्यात डॉ. डीझेल यांनी हे एंजीन बनविण्यास सुरुवात केली. दगडी कोळशाची भुकटी हे त्यावेळचे सर्वात स्वस्त इंधन एंजिनात वापरून सुरवातीचे प्रयोग झाले. पण हे इंधन एंजिनासाठी सोयिस्कर नाही असे लक्षात आले. त्यानंतर खनिज तेल हे इंधन म्हणून वापरण्यास सुरुवात झाली. या प्रयोगास यश येऊन सदर पद्धतीचे पहिले व्यावहारिक व उपयुक्त एंजीन इ. स. १८९७ मध्ये तयार झाले. पुढील वर्षी म्यूनिक येथे भरलेल्या औद्योगिक प्रदर्शनात या एंजिनाने अनेक कारखानदारांचे लक्ष वेधून घेतले आणि अशा रीतीने डीझेल यांच्याच नावाने ओळखल्या जाणाऱ्या एंजिनाच्या निर्मितीस मोठ्या प्रमाणावर प्रारंभ झाला.

डीझेल यांनी बनविलेल्या या पहिल्या एंजिनाची उपयुक्त अश्वशक्ती २६ होती. (एक अश्वशक्ती म्हणजेच दर सेकंदास ७५ किलोग्रॅम- मीटर एवढे कार्य करण्याचे सामर्थ्य होय.) हे एंजीन आकाराने फारच मोठे व कमालीचे जड होते. दर अश्व-शक्तीमागे २०० किलोग्रॅम एवढे या एंजिनाचे वजन होते. त्याचप्रमाणे त्याची गती सुद्धा फार मंद होती. स्थिर दाबातील व दीर्घ अवधीची ज्वलनक्रिया हे या मंद-गतीचे मुख्य कारण होते. उच्च औष्णिक कार्यक्षमता असूनसुद्धा डॉ. डीझेल यांच्या हयातीत या एंजिनाचा व्हायला हवा तसा प्रसार होऊ शकला नाही. याचे कारण म्हणजे या विशिष्ट पद्धतीनेच ज्वलनक्रिया झाली पाहिजे ही डॉ. डीझेल यांची अट होती !

डीझेल एंजिनाच्या निर्मितीच्या आरंभीच्या काळात आगबोटीसाठी पहिले डीझेल एंजीन इ. स. १९१० मध्ये बनविले गेले. औष्णिक कार्यक्षमतेच्या दृष्टीने ते बरेच यशस्वी ठरल्याने इ. स. १९१४ ते १९१८ मधील पहिल्या महायुद्धात डीझेल एंजिनवर चालणाऱ्या पाणबुड्या बनविणे शक्य झाले.

याच सुमारास इ. स. १९१० मध्ये, इंग्लडमधील ' जेम्स् मॅकवेच् ' यांनी खनिज तेलाच्या अंतःक्षेपणाची ' यांत्रिक ' किंवा ' घन ' अंतःक्षेपण ही नवीन पद्धत शोधून काढली. या पद्धतीचा अवलंब केल्याने एंजिनातील ज्वलनाचा अवधि खूपच कमी झाला आणि परिणामी एंजिनाची गति वाढली. अशा तऱ्हेनें आधुनिक जलद-गतीच्या डीझेल एंजिनाचा जन्म झाला. स्वयंचालित वाहनांसाठी हलके व जलद गतीचे डीझेल एंजीन जर्मनीत इ. स. १९२२ मध्ये सर्वप्रथम बनविण्यात आले.

उपयुक्ततेच्या दृष्टिकोनातून डीझेल एंजिनाच्या विकासाचे टप्पे विचारात घेतले तर आपल्या असे लक्षात येते की अगदी प्रारंभीची एंजिने जड व मंदगति

असल्यानें मुख्यत: स्थायी कार्यनिर्माणक म्हणूनच त्यांचा उपयोग होत होता. विद्युत्-निर्मिती, यंत्रांचे मूलचालक हे त्यांचे प्राथमिक उपयोग होते. वजन कमी करण्यात आणि गति वाढविण्यात जसजसे यश मिळत गेले तसतसे आगबोटी व स्वयंचलित वाहने यांच्यासाठी डीझेल एंजिनांचा वापर होऊ लागला. अखेरीस तर शेतकी गरजांचे अनेक प्रश्न डीझेल एंजिनाने सोडवले. विहिरीवरील जलपुरवठा पंप आणि ट्रॅक्टर्स ही याची प्रमुख उदाहरणे होत !

आजच्या प्रगत युगात तर लहान मोटारी, जीप्स्, टेम्पो, ट्रक्स, बसेस वगैरे स्वयंचलित वाहनें, औद्योगिक कारखाने, मर्यादित विद्युत्निर्मिती, शेतकी गरजा वगैरे अनेक क्षेत्रांत डीझेल एंजिनांना अनन्यसाधारण स्थान प्राप्त झाले आहे.



४ : डीझेल एंजिनाची रचना (१)

प्रमुख घटक व त्यांची कार्ये

डिझेल एंजिनाच्या रचनेत सिलिंडरचा ब्लॉक व सिलिंडर हेड हे दोन महत्वाचे भाग असतात. सिलिंडर ब्लॉकच्या तळाशी क्रँककेस असते. सिलिंडरहेड हे बोल्ट्सच्या सहाय्याने सिलिंडर ब्लॉकवर घट्ट बसवलेले असते ; आणि त्यामधील सांधा हवाबंद होण्यासाठी सांध्यात गॅस्केट वापरले जाते. बहुतेक डीझेल एंजिनातील सिलिंडरहेडच्या आतील बाजूस ज्वलनकप्पा असतो. सिलिंडरब्लॉकमध्ये सिलिंडर लाइनर्स असतात. व दट्टयाची पश्चअग्र हालचाल या लाईनरवरूनच होते. दट्टयाच्या पश्चअग्र गतीचे भुजादंडाच्या वर्तुळाकार गतीत रूपांतर संयोगदांड्याच्या मदतीने केले जाते. संयोगदांड्याचे लहान टोक दट्टयाखिळीस व मोठे टोक भुजाखिळीस खिळीच्या सांध्याच्या सहाय्याने जोडलेले असते. भुजादंड मुख्य बेअरिंगमध्ये फिरतो आणि चावीच्या सहायाने एक जडचक्र भुजादंडाला जोडलेले असते दट्टयावरील कार्यकारी माध्यमांचा दाब सतत बदलत राहिल्याने भुजादंडावरील स्पर्शरेषीय प्रेरणा सतत बदलत राहते. त्यामुळे एका आवर्तनात भुजादंडाच्या गतीत वारंवार फेरफार होण्याची शक्यता असते. जडचक्राच्या जडत्वामुळे हे फेरफार शोषिले जातात आणि साधारणतः स्थिर वर्तुळाकार गति राखण्यास जडचक्राची मदत होते.

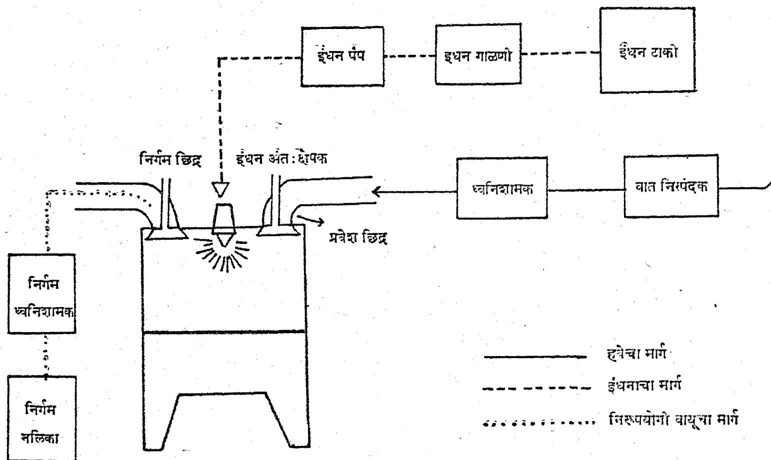
ज्वलनकप्प्यात प्रवेश छिद्र व निर्गम छिद्र अशी दोन वर्तुळाकृति छिद्रे असतात व त्यात अनुक्रमे प्रवेश झडप आणि निर्गम झडप या दोन झडपा उघडझाप करीत असतात. या दोन्ही झडपांची उघडझाप होण्याची क्रिया कॅमदंडाच्या वर्तुळाकार गतीमुळे चालते आणि कॅमदंडाला वर्तुळाकार गति देण्याचे कार्य भुजादंडच करीत असतो. ज्वलनकप्प्यात योग्य जागी अंतःक्षेपक बसविलेला असतो, संपीडन धावेच्या अखेरी उच्च दाबाने डीझेल तेलाचे ज्वलनकप्प्यात अंतःक्षेपण करण्यासाठी या अंतःक्षेपकाचा उपयोग होतो. डीझेल तेलावर हा उच्च दाब निर्माण करण्यासाठी अंतःक्षेपण पंपाचा उपयोग करतात. हा पंप एंजिनाकडून मिळणाऱ्या कार्यशक्तीमुळेच कार्यान्वित होतो डीझेल एंजिनाचे इंधन, म्हणजेच डीझेल तेल एका

इंधनटाकीत संचयित केले जाते व तेथून ते एका गाळणीच्या मार्गाने अंत:क्षेपण पंपात येते. तेलात कचरा किंवा धुळीचे कण असल्यास पंपातील नाजूक घटकांच्या कार्यात अडथळा निर्माण होईल यासाठीच हे तेल पंपात येण्यापूर्वी तेलगाळणीने गाळले जाते.

डीझेल एंजिनाच्या शोषणक्रियेत फक्त हवा शोषली जाते. ही हवा वातावरणातून वातनिस्यंदक (गाळणी), ध्वनिशामक प्रवेश मॅनिफोल्ड, प्रवेश छिद्र या मार्गाने सिलिंडरमध्ये प्रवेश करते. आत येणाऱ्या हवेच्या वेगवान प्रवाहामुळे त्रासदायक ध्वनि निर्माण होण्याचा संभव असतो, तो ध्वनिशामकामुळे नाहीसा होतो. तसेच हवेतील धूळ व कचरा गाळून दूर करण्यासाठी वातनिस्यंदकाची योजना केलेली असते.

ज्वलनक्रियेंत निर्माण झालेले वायू त्यांचा दाब उच्च असल्याने प्रसरण पावतात. प्रसरणामुळे अर्थातच दाब कमी होऊन ते निरुपयोगी होतात. असे निरुपयोगी वायू एंजिनाच्या निष्कासन क्रियेत दट्ट्याच्या जोराने निर्गम छिद्र व निर्गम मॅनिफोल्ड या मार्गाने एंजिनापासून दूर नेऊन टाकले जातात. गतिजन्य ध्वनीचे शमन करण्यासाठी या मार्गातही एका ध्वनिशामकाची योजना केलेली असते.

एंजिनातील हवेचा, इंधनाचा व निष्कासित वायूचा मार्ग आणि त्या मार्गातील भिन्न घटक आकृती क्रमांक (९) मध्ये रेखाकृतीच्या सहाय्याने एकत्रितरित्या दाखविलेले आहेत.



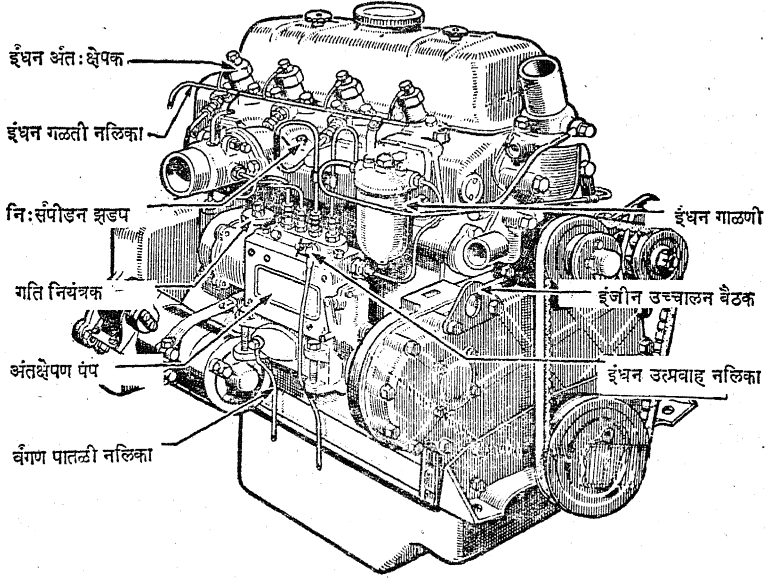
आ. ९ डीझेल एंजीनातील कार्यकारी माध्यमाचे मंडल

ज्वलनक्रियेत निर्माण होणाऱ्या अतिरिक्त उष्णतेमुळे सिलिंडरच्या अंतर्गत भागातील तपमान धोक्याच्या पातळीपेक्षा अधिक होण्याचा संभव असतो. हे टाळण्यासाठी या अतिरिक्त उष्णतेचे उत्सर्जन करावे लागते. जलशीतलकरण यंत्रणेच्या सहाय्याने सिलिंडर, ज्वलनकप्पा, झडपछिद्रे यांच्या भोवतालच्या पोकळयांमधून पाणी खेळवले जाते. हे वाहते पाणी ज्वलनक्रियेतील अतिरिक्त उष्णता शोषून दूर नेते व त्यामुळे एंजिनच्या अंतर्गत भागातील तपमान सुरक्षित मर्यादेच्या आत राहते. एका जलप्रेषण पंपाच्या सहाय्याने या पाण्याचे एंजिन व प्रारणी या मंडलातून अभिसरण घडवून आणले जाते. हा पंपसुद्धा एंजिनकडून मिळणाऱ्या कार्यशक्तीतूनच कार्यान्वित होतो.

एंजिनाच्या रचनेत एकमेकांवर घासणारे अनेक घटक असतात. त्यांच्या आपसातील घर्षणामुळे या घटकांच्या पृष्ठभागाची झीज होते, यांत्रिक कार्यशक्तीचा अपव्यय होतो आणि अनावश्यक उष्णताशक्तीची निर्मिती होते. एंजिनाच्या कार्यमानाच्या दृष्टीने या घर्षणाची तीव्रता कमी करणे आवश्यक असते. एकमेकांवर घासणाऱ्या दोन घटकांच्या पृष्ठभागांमध्ये जर वंगणतेलाचा थर असला तर घर्षणाची तीव्रता पुष्कळ अंशी कमी होते. हा हेतू साध्य करण्यासाठी एंजिनात एक स्वतंत्र वंगणयंत्रणा असते. या यंत्रणेच्या द्वारे एकमेकांवर घासणाऱ्या घटकांना सतत वंगणतेलाचा पुरवठा होत राहतो. त्यामुळे केवळ घर्षणाची तीव्रताच कमी होते असे नाही, तर घर्षणात निर्माण झालेली अनावश्यक उष्णता वंगणतेलाकडून वाहून नेली जाते. सामान्यत: क्रँककेसच्या तळाचा उपयोग वंगणतेलाची साठवण करण्यासाठी होतो. तेथील वंगणपंप गाळणीच्या मार्गाने हे वंगणतेल शोषून घेतो आणि अधिक दाबाने ते एंजिनच्या विभिन्न घटकांकडे पाठवितो. तेथूनच ते तेल पुन्हा क्रँककेसच्या तळाशी येऊन साठते व वंगणतेल–मंडल चालू राहते. वंगणपंपाच्या कार्यासाठी लागणारी कार्यशक्ती त्याला एंजिनाकडूनच उपलब्ध होते.

एंजिनच्या गतीचे नियंत्रण करण्यासाठी, एंजिनच्याच गतीनुसार कार्यान्वित होणारा एक गतिनियंत्रक अंत:क्षेपण पंपावर बसविलेला असतो. दर आवर्तनात ज्वलनकप्प्यात अंत:क्षेपित होणाऱ्या डीझेल तेलाचे प्रमाण आवश्यकतेनुसार कमी जास्त करून हा गतिनियंत्रक एंजिनाच्या गतीत अनुकूल फेरफार घडवून आणतो.

डीझेल एंजिनाच्या बाह्यांगावर दिसणारे महत्वाचे घटक आणि त्यांची सापेक्ष स्थाने पुढील आकृति क्रमांक (१०) वरून स्पष्ट होतील.



आ. १०   डीझेल एंजीनाचे बाह्यांग

चारधावी डीझेल एंजिनाची कार्यपद्धती

चारधावी डीझेल एंजिनाच्या अंतर्गत भागांत प्रत्येक धावेत घडणाऱ्या क्रिया पुढे वर्णन केल्याप्रमाणें असतात.

(१) **शोषण धाव** – या धावेच्या सुरवातीलाच झडप यंत्रणेमुळे प्रवेश झडप उघडते. दट्टचा उच्च स्थिरस्थानाकडून कनिष्ठ स्थिरस्थानाकडे वाटचाल करू लागतो. दट्टचाच्या वरच्या बाजूला पोकळी निर्माण होऊन तेथील दाब कमी होतो. त्यामुळे वातावरणातील हवा वातनिस्यंदक, ध्वनिशामक, प्रवेश मॅनिफोल्ड, प्रवेश छिद्र या मार्गाने सिलिंडरमध्ये येऊन ती पोकळी भरून काढते. हवा शोषण्याची ही क्रिया दट्टचा कनिष्ठ स्थिरस्थानाला पोहोचेपर्यंत चालू रहाते. धावेच्या अखेरी प्रवेश झडप बंद होऊन हवेचे शोषण पूर्ण होते. भुजादंड अर्धवर्तुळातून फिरतो.

(२) **संपीडन धाव**– शोषण धाव पूर्ण झाल्यावर दट्टचा कनिष्ठ स्थिरस्थानाकडून पुन्हा उच्च स्थिरस्थानाकडे सरकू लागतो. दोन्ही झडपा बंद असल्याने दट्टचाच्या वर कोंडलया गेलेल्या हवेचे संपीडन होते. डीझेल एंजिनाचे संपीडन गुणोत्तर १४ : १ किंवा त्यापेक्षा अधिक असल्याने संपीडनक्रियेच्या अखेरीस आतील हवेचे तपमान सुमारे ६०० अंश सेंटिग्रेडपर्यंत तर हवेचा दाब सुमारे ५० किलोग्रॅम/(सें. मी.)^{२} पर्यंत वाढतो. संपीडनक्रियेच्या अखेरीस, ज्वलनकप्प्यात असलेल्या

अंतःक्षेपकामधून उच्च दाबाखाली डीझेल तेलाचा फवारा ज्वलनकप्प्यात सोडला जातो. या तेलाचे कणीभवन, वितरण व बाष्पीभवन होऊन हवेबरोबर त्याचे एकजिनसी मिश्रण तयार होते. ज्वलनकप्प्यातील संपीडित हवेचे तपमान डीझेल तेलाच्या ज्वलनांकापेक्षा अधिक असल्याने हे मिश्रण एकदम पेट घेते व ज्वलन-क्रिया घडून येते या धावेत भुजादंड अर्धवर्तुळातून फिरून आपल्या मूळ स्थाना-पासून एक फेरा पूर्ण करतो. दोन्ही झडपा बंद असतात.

(३) **कार्यकारी धाव–** ज्वलनक्रियेत निर्माण झालेले वायू उष्णता शोषि-ल्याने प्रसरण पावू लागतात व त्यायोगे दट्टया पुढे लोटला जाऊन यांत्रिक कार्याची निर्मिती होते. त्यामुळेच या धावेला कार्यकारी किंवा कार्यनिर्माणक धाव असे म्हणतात. वायूंचे प्रसरण झाल्यावर त्यांचे घनफळ वाढते तर दाब मात्र कमी होतो. त्यामुळे धावेच्या अखेरी तो आणखी कार्यनिष्पत्ति करण्यास निरुपयोगी होतो. या धावेत दट्टया उच्च स्थिरस्थानाकडून कनिष्ठ स्थिरस्थानाकडे येतो, भुजादंड अर्ध-वर्तुळातून फिरतो आणि दोन्ही झडपा बंद असतात.

(४) **निष्कासन धाव-** कार्यकारी धावेच्या अखेरी सिलिंडरमधील वायू निरुपयोगी होत असल्याने पुढील नव्या आवर्तनापूर्वी तो सिलिंडरबाहेर टाकून देणे आवश्यक असते. कार्यकारी धावेच्या अखेरच्या टप्प्यात निर्गम झडप उघडते. आतील वायूचा दाब बाहेरील वातावरणाच्या दाबापेक्षा थोडा जास्त असल्याने पुष्कळसा निरुपयोगी वायू लगेच निर्गम झडपेतून बाहेर पडतो. दट्टया कनिष्ठ स्थिरस्थानाकडून उच्च स्थिरस्थानाकडे जाऊ लागला की त्याच्या जोराने उरलेला वायूही बाहेर लोटला जातो व निष्कासन धाव पूर्ण होते. या धावेत भुजादंड अर्ध-वर्तुळातून फिरतो आणि आपल्या मूळ स्थानापासून दोन फेरे पूर्ण करतो.

अशा रीतीने दट्टयाच्या सलग चार धावांत आणि भुजादंडाच्या दोन वर्तुळा-कार फेऱ्यांत चारधावी डीझेल एंजिनाचे एक उष्मागतिक आवर्तन पूर्ण होते. एंजिन बहुसिलिंडर असेल तर प्रत्येक सिलिंडरमध्ये या चार धावा याच क्रमाने घडत असतात, मात्र एकाच वेळी भिन्न भिन्न सिलिंडरात वेगवेगळ्या धावा चालू असतात.



५ : डीझेल एंजिनाची रचना (२)

डीझेल एंजिनांत फार मोठे संपीडन गुणोत्तर वापरले जात असल्याने एंजिनाच्या सर्व घटक भागांवर फार मोठा दाब निर्माण होतो. साहजिकच या सर्व घटक भागांची रचना अतिशय मजबूत रीतीने केलेली असते.

सिलिंडर-ब्लॉक व सिलिंडर-हेड

डीझेल एंजिनाच्या रचनेत सिलिंडर ब्लॉकला प्रमुख स्थान आहे. सिलिंडर-ब्लॉक व सिलिंडरहेड हे ओतीव लोखंडातून बनवलेले असतात. ब्लॉकमध्ये एंजिनच्या सिलिंडर्सच्या संख्येएवढ्या दंडगोलाकृती पोकळ्या असतात व त्यांत सिलिंडर लाईनर्स बसविलेले असतात. या लाईनरवरच दट्ट्या पश्चअग्र गतीने हालचाल करीत असतो. प्रत्येक लाईनरच्या सभोवार पोकळ्या असतात. त्यांतून वाहणारे पाणी एंजिनाच्या अंतर्भागाचे शीतलीकरण घडवून आणते. सिलिंडर ब्लॉकच्या तळाशी क्रँककेस असते. त्या भागातील मुख्य बेअरिंगजमध्येच भुजादंड फिरतो. क्रँककेसमध्येंच कॅमदंड, वंगणपंप इत्यादि घटक असतात.

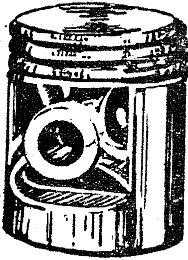
सिलिंडरहेड बोल्ट्सच्या सहाय्याने सिलिंडरब्लॉकवर बसविलेले असते. त्यामधील सांधा हेडगॅस्केटच्या मदतीने पक्का आणि हवाबंद केला जातो. दट्ट्या सिलिंडरमधील उच्च स्थिरस्थानावर आला असता त्याच्या वरच्या बाजूस सिलिंडर-हेडमध्ये जी मोकळी जागा उरते तिला ज्वलनकप्पा असे म्हणतात. एंजिनामधील ज्वलनक्रिया याच भागात घडत असल्याने, ज्वलनकप्प्याच्या सभोवारही जल–पोकळ्या असतात व शीतलीकरण घडवून आणणारे पाणी त्यांतून वाहत असते. सिलिंडरहेडमधील प्रवेश व निर्गम छिद्रांत अनुक्रमे प्रवेश झडप व निर्गम झडप उघडझाप करीत असतात. ज्वलनकप्प्यात योग्य जागी डीझेल तेलाचा अंतःक्षेपक बसविलेला असतो. केवळ काही विशिष्ठ रचनेतच दट्टयाच्या वरच्या भागातच खोलगट पृष्ठभाग करून त्यात ज्वलनकप्पा ठेवलेला असतो.

क्रँककेसच्या तळाशी वंगण तेलाचा संचय करण्यासाठी एक ऑईल-पॅन असते. वंगणतेल पंपाच्या सहाय्याने हे वंगणतेल एंजिनातील विविध घर्षणस्थानांना पुरविले

जाते. वंगणतेलाची पातळी तपासण्यासाठी क्रॅंककेसला बाहेरच्या बाजूला एक छिद्र असते त्यांतून एखाद्या पातळ लोखंडी कांडीने वंगणतेलाची पातळी तपासता येते.

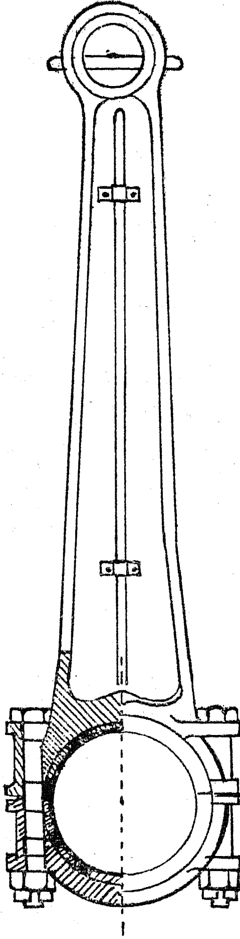
दट्ट्या व संयोग दांडा

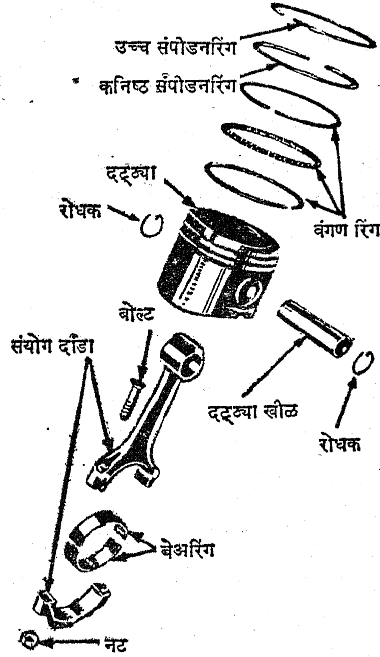
आकृति क्रमांक (११) मध्य एंजिनाच्या दट्ट्याचे स्वरूप दाखविलेले आहे. डीझेल एंजिनाच्या दट्ट्यासाठी बहुधा ओतीव लोखंड किंवा अॅल्यूमिनियमचे मिश्र-धातू यांपैकी एक द्रव्य वापरतात. हलके वजन आणि शीघ्र उष्णतावहन या गुणां-मुळे अॅल्युमिनिअमचे मिश्रधातू अधिक पसंत केले जातात. पट्ट्याचा शिरोपृष्ठभाग ज्वलनक्रियेला सामोरा येत असतो. उच्च तपमानामुळे प्रसरण होऊन सिलिंडरमध्ये तो अडकून बसू नये किंवा जाम होऊ नये यासाठी दट्ट्याचा व्यास सिलिंडरच्या अंतर्व्यासापेक्षा नेहमीच थोडा कमी असतो. त्यामुळें निर्माण झालेल्या वर्तुळाकार फटींतून कार्यकारी माध्यम पसार होऊ नये आणि संपीडन क्रिया योग्य रीतीनें व्हावी यासाठी दट्ट्याच्या परिघ पृष्ठभागावर खोबणी करून त्यांत कड्या बसविलेल्या असतात. या कड्या दोन प्रकारच्या असतात व त्यांना संपीडन कडी आणि वंगणकडी असे संबोधतात. दट्ट्या व सिलिंडर यातील वर्तुळाकार फटींतून वायू जाऊ न देणे हे संपीडन कडीचे कार्य असते. संपीडन कडी पूर्ण वर्तुळाकृति नसून तिला प्रसरणास वाव देण्यासाठी परिघावर छेद दिलेला असतो. वंगणतेल ज्वलनकप्प्यात शिरू न देणे व दट्ट्याच्या अंतर्भागातून ते पुन्हा ऑईल पॅनकडे पाठविणे या कार्यासाठी वंगणकडीची योजना असते. सर्वसाधारणतः डीझेल एंजि-नाच्या दट्ट्यावर संपीडन कड्यांची संख्या ३ ते ४ असून त्या अगदी वरच्या बाजूला असतात. वंगणकड्यांची संख्या १ किंवा २ असून त्या संपीडन कड्यांच्या खालच्या बाजूला असतात. दट्ट्याचा शिरोपृष्ठभाग सामान्यतः सपाट असतो. तथापि काही डीझेल एंजिनात दट्ट्याच्या शिरोपृष्ठासच ज्वलनकप्प्याचा आकार दिलेला असतो. दट्ट्याखीळ बसविण्यासाठी आणि संयोगदांड्याच्या हालचालीसाठी दट्ट्याचा अंतर्भाग पोकळ ठेवलेला असतो.



आ. ११ दट्ट्या

संयोगदांडा दट्ट्याखिळीशी व भुजाखिळीशी खिळीच्या सांध्याच्या तत्वाने जोडलेला असतो व त्यायोगे दट्ट्याच्या पश्चअग्र गतीचे भुजादंडाच्या वर्तुळाकार गतीत सुलभ रीतीने रूपान्तर होते आकृती क्रमांक (१२) मध्ये संयोगदांड्याचे स्वरूप दर्शविलेले आहे.





आ. १२ संयोग दांडा आ. १३ दट्टया-संयोगदांडा यांच्या जोडतील घटक

संयोगदांड्याचा लंबच्छेद वर्तुळाकार किंवा इंग्रजी आय (I) या अक्षरासारखा असतो. अशा रचनेत कमी वजनात अधिक मजबुती मिळते व ज्वलनक्रियेनंतर निर्माण होणाऱ्या शक्तिमान प्रेरणेपुढे तो न वाकता टिकाव धरू शकतो. संयोगदांडा घडीव लोखंडापासून किंवा ॲल्युमिनिअमच्या मिश्रधातूपासून बनवितात. लहान टोकापासून मोठ्या टोकापर्यंत संयोगदांड्याचा लंबच्छेद आकाराने मोठा मोठा होत जातो. संयोगदांड्याचे लहान टोक दट्ट्याखिळीला जोडलेले असते व ते अखंड असते, तर मोठे टोक भुजाखिळीला जोडलेले असते आणि ते

दोन अर्धभागांचे बनलेले असते. हे दोन अर्धभाग एकमेकांना नटबोल्ट्सच्या सहाय्याने जोडलेले असतात. मोठे टोक आणि भुजाखिळ यांच्यामध्ये दोन अर्धवर्तुळाकृती बेअरिंग्ज असतात. दट्टयाखीळ दट्टयातून निखळू नये किंवा सरकू नये यासाठी दट्टयामध्ये दट्टयाखीळ बसविल्यानंतर तिच्या दोन्ही बाजूला दोन रोधक बसवितात. दट्टयाच्या शिरोपृष्ठावर निर्माण झालेली प्रेरणा दट्टया, दट्टयाखीळ, संयोगदांडा, भुजाखीळ या घटकांच्या माध्यमांतून भुजादंडापर्यंत प्रेषित होते. हे सर्व घटक व त्यांचे उपघटक आणि त्यांची क्रमवार सापेक्ष स्थाने आकृती क्रमांक (१३) वरून स्पष्ट होतील.

भुजादंड व कॅमदंड

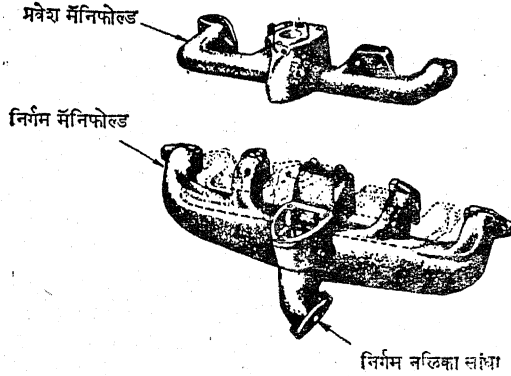
भुजाखीळ, भुजा व मुख्य बेअरिंगमध्ये फिरणारा ' जर्नल ' हा भाग यांच्या अखंड रचनेस भुजादंड असे म्हणतात. संयोगदांड्यामुळे हा वर्तुळाकार फिरतो. सामान्यत: हा घडीव पोलादापासून बनवितात. बहुसिलिंडर एंजिनात वेगवेगळ्या सिलिंडरमध्ये निर्माण होणाऱ्या यांत्रिक प्रेरणांचा तोल राखण्यासाठी भुजादंडाची विशिष्ठ रचना केलेली असते. अशा भुजादंडाच्या सर्व भुजा एका पातळीत नसतात, तर संख्येनुसार ठरवितात. चार सिलिंडर एंजिनांत दोन संलग्न भुजांमधील कोन १८०° असतो. सहा सिलिंडर एंजिनात तो १२०° असतो तर आठ-सिलिंडर एंजिनात तो ९०° असतो. भुजादंडातून गेलेल्या आरपार छिद्रांतून भुजादंडाचा बेअरिंगमधील भाग भुजाखीळ व संयोगदांड्याचे मोठे टोक यांना वंगण-तेलाचा यथायोग्य पुरवठा होतो. हे वंगणतेल दाबाने पुढेपुढे ढकलले जाते.

क्रँककेसमधील कॅमदंडाचे कार्य म्हणजे प्रवेश व निर्गम झडपांची योग्य वेळी उघडझाप करणे हे होय. कॅमदंडाशी अखंड असलेल्या, ' कॅम ' या विशिष्ठ आकाराच्या घटकामुळें कॅमदंडाच्या वर्तुळाकार गतीचे, झडपेच्या एकरेषीय गतीत ठराविक वेळासाठी रूपान्तर होते. चारधावी एंजिनातील कॅमदंड, भुजादंडाकडून २ : १ या गतीगुणोत्तराने फिरविला जातो. अंत:क्षेपण पंपाचे कार्यही कॅमदंडाच्याचा मदतीने चालतें.

प्रवेश व निर्गम मॅनिफोल्ड

सर्व सिलिंडरच्या प्रवेश छिद्रांसाठी प्रवेश मॅनिफोल्ड हा सामायिक मार्ग असतो. वातावरणातील हवा वातनिस्यंदक व ध्वनिशामक यांतून प्रवेश मॅनिफोल्ड मध्ये येते आणि तेथून ती योग्य सिलिंडरकडे म्हणजेच ज्या सिलिंडरमध्ये शोषण धाव चालू झालेली आहे त्या सिलिंडरकडे जाते. त्याचप्रमाणे सर्व सिलिंडर्सच्या निर्गम छिद्रांसाठी निर्गम मॅनिफोल्ड हा सामायिक मार्ग असतो. सिलिंडरमधील कार्यकारी धाव संपल्यावर निरुपयोगी ठरलेला वायू निर्गम झडपेतून या निर्गम मॅनिफोल्ड-

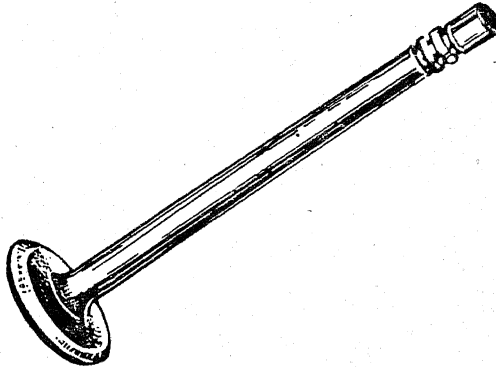
मध्ये येतो व नंतर ध्वनिशामकातून पुढे एका लांब नलिकेद्वारा एंजिनापासून दूर नेला जातो. आकृती क्रमांक (१४) मध्ये हे दोन्ही मॅनिफोल्ड दाखविलेले आहेत.



आ. १४ प्रवेश व निर्गम मॅनिफोल्ड

झडप-यंत्रणा

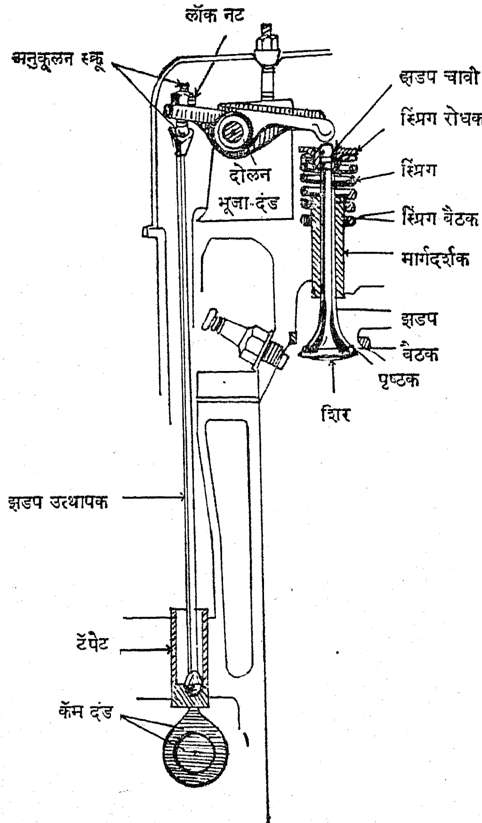
नवीन कार्यकारी माध्यमाचा सिलिंडरमध्ये प्रवेश आणि निरुपयोगी झालेल्या माध्यमाचे सिलिंडरमधून निष्कासन याकरिता ज्वलनकप्प्यात प्रवेश व निर्गम छिद्रे असून त्यात प्रवेश व निर्गम झडपा योग्य वेळी उघडझाप करीत असतात. बहुतेक डीझेल एंजिनांत या झडपा सिलिंडर-हेड मध्ये असतात. एंजीनमधील झडपेची सर्वसाधारण रचना आकृती क्रमांक (१५) मध्ये दाखविलेली आहे. या झडपांसाठी



आ. १५ झडप

क्रोमिअम-पोलाद किंवा वेनेडियम-क्रोमिअम-पोलाद हे मिश्रधातू द्रव्य म्हणून वापरतात. झडपा उघडण्याची क्रिया कॅमदंडाच्या सहाय्यानें घडवून आणली जाते.

चारधावी एंजिनाच्या एका उष्मागतिक आवर्तनात प्रत्येक सिलिंडरमधील या दोन्ही झडपा एकदाच उघडाव्या आणि मिटाव्या लागतात. पण एका आवर्तनात भुजादंड मात्र दोन फेरे पूर्ण करतो. त्यामुळे कॅमदंड हा भुजादंडाच्या निम्म्या गतीने फिरावा अशी रचना असते. ही रचना भुजादंड व कॅमदंडांना दंतचक्रांनी जोडून केलेली असते. कॅमदंडावरील कॅमचक्र व भुजादंडावरील दंतचक्र यांचे दंतगुणोत्तर २:१ असे असते. कॅमदंडावरील कॅम या घटकामुळे झडप उत्थापक वर उचलला जातो आणि दोलनभुजेमुळे झडप, झडप–छिद्र खाली दाबली जाऊन उघडते. हे झडपछिद्र विशिष्ठ वेळ उघडे रहावे अशी कॅमच्या कार्यकारी पृष्ठभागाची रचना असते. झडप उघडताना झडपस्प्रिंग दाबली जाते आणि तिच्यात निर्माण झालेला प्रेरणेचा उपयोग झडप पूर्वस्थानी येण्यासाठी होतो. झडप व झडपछिद्र यातील सांधा, एरव्ही



आ. १६ झडप–यंत्रणा

झडप कार्यान्वित नसताना, घट्ट व हवाबंद रहाण्यासाठी या स्प्रिंगचा उपयोग होतो. आकृती क्रमांक (१६) मध्ये झडप-यंत्रणा आणि तिचे सर्व घटक दर्शविलेली आहेत.

झडप योग्य क्षणी उघडणे, योग्य कालावधीसाठी उघडी रहाणे आणि योग्य क्षणी मिटणे या तीन अपेक्षा लक्षात घेऊनच कॅमच्या कार्यपृष्ठभागाची रचना केलेली असते. सर्व झडपांच्या दोलनभुजा एकाच दोलनभुजादंडावर बसविलेला असतात आणि दोलनभुजांना या दंडाचा धारकखीळ म्हणून उपयोग होतो. प्रवेश व निर्गम या दोन्ही झडपांचे पृष्ठभाग ज्वलनकप्प्यात असल्याने तेथील उच्च तपमानामुळे झडपांचे किंचित प्रसरण होतें. झडपांच्या प्रसरणास वाव ठेवला नाही तर हे प्रसरण झडप आणि झडपछिद्र यांच्यातील सांधा उघडा ठेवील आणि त्यामुळे सदोष संपीडन होऊन एंजिनाच्या कार्यात अडसर निर्माण होईल. असे होऊ नये म्हणून झडप आणि दोलनभुजेचे टोक यांच्यात १/१०० इंच (०.२५ मि. मि.) एवढी फट ठेवलेली असते. तिला झडपेतील 'टॅपेट क्लिअरन्स' असे म्हणतात. प्रत्येक आवर्तनातील नवीन माध्यमाच्या प्रवेशामुळें काही प्रमाणात प्रवेश झडपेचे शीतलीकरण होत असल्याने प्रवेश झडपेसाठी ही फट--टॅपेट क्लिअरन्स--निर्गम झडपेपेक्षा थोडी कमी असते.

झडप–क्रिया समयक्रम

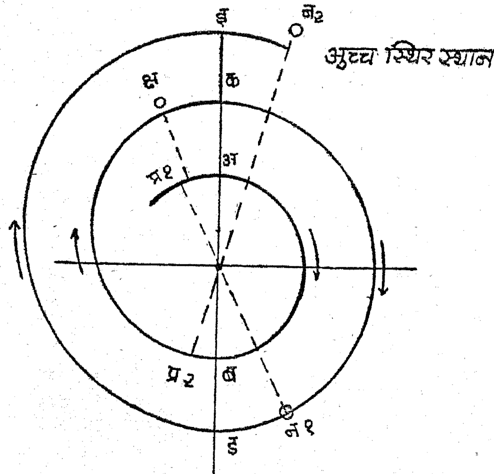
शोषण धावेत प्रवेश झडप उघडी असते आणि निष्कासन धावेत निर्गम झडप उघडी असते ते तात्त्विक दृष्टीने योग्यच आहे. तथापि प्रत्यक्षात या दोन्ही झडपांच्या उघड-मिटण्याच्या वेळा काही खास कारणासाठी थोडया भिन्न असतात. ही कारणे म्हणजे जास्तीत जास्त उपयुक्त कार्यकारी माध्यमाचे शोषण व जास्तीत जास्त निरुपयोगी माध्यमाचे परिणामकारक निष्कासन ही होत. शोषणधाव सुरू होण्याच्या म्हणजेच दट्ट्या उच्च स्थिरस्थानी येण्याच्या काही काळ अगोदर प्रवेश झडप उघडते, संपूर्ण शोषण धावेत उघडी राहते आणि संपीडन धाव सुरू झाल्यावर काही काळाने बंद होते. निर्गम झडप कार्यकरी धावेच्या अखेरच्या भागात उघडतें, संपूर्ण निष्कालन धावेत उघडी रहाते आणि पुढील आवर्तनाची शोषण धाव सुरू झाल्यावर काही काळाने बंद होते. झडपांच्या या उघडझापीच्या वेळा दट्ट्याच्या स्थिरस्थानाचा संदर्भ धरून, भुजादंडाच्या फेऱ्याच्या अंशात व्यक्त केल्या जातात. चारधावी एंजिनाच्या एका आवर्तनात ०°, ३६०° आणि ७२०° ही भुजादंडाची स्थाने म्हणजे दट्ट्याची उच्च स्थिरस्थानें, तर १८०° आणि ५४०° म्हणजे दट्ट्याची कनिष्ट स्थिरस्थाने असतात. त्यानुसार भुजादंडाच्या दोन फेऱ्यात ०° ते १८०° शोषण धाव, १८०° ते ३६०° संपीडन धांव, ३६०° तें ५४०° कार्यकारी धाव आणि ५४०° ते ७२०° निष्कासन धाव असे म्हणता येईल.

झडप उघडझापीच्या वेळा वेगवेगळ्या असल्या, तरी सामान्यत: प्रवेश झडप दट्ट्याच्या उच्च स्थिरस्थानापूर्वी १०° ते २०° या स्थानावर उघडते व दट्ट्याच्या कनिष्ठ स्थानानंतर ३०° ते ४५° या स्थानावर बंद होते. म्हणजेच प्रत्यक्षात प्रवेश झडप भुजादंडाच्या सुमारे २२०° ते २४५° एवढ्या फेऱ्यात उघडी असते.

निर्गम झडप दट्ट्याच्या कनिष्ठ स्थिरस्थानापूर्वी सुमारे ३०° ते ४५° या स्थानावर उघडते आणि दट्ट्याच्या उच्च स्थिरस्थानानंतर सुमारे १५° ते २५° या स्थानावर बंद होते. म्हणजेच प्रत्यक्षात निर्गम झडप भुजादंडाच्या सुमारे २२५° ते २५०° एवढ्या फेऱ्यात उघडी असते. कार्यकारी धावेच्या अखेरी ज्यावेळी निर्गम झडप उघडते त्यावेळी सिलिंडरमधील वायूंचा दाब बाहेरील वातावरणाच्या दाबापेक्षा अधिक असतो. निर्गम झडप उघडताच दाबातील या फरकामुळे पुष्कळसा वायू निर्गम छिद्रातून बाहेर जातो व सिलिंडरमधील दाब कमी होतो. त्यामुळे अखेरच्या निष्कासन धावेत उरलेला निरुपयोगी वायू सिलिंडर बाहेर लोटून देताना एंजिनातील फारशी कार्यशक्ती खर्च होत नाही.

वरील विवेचनावरून असे लक्षात येईल की प्रत्येक आवर्तनाची अखेर व पुढील आवर्तनाचा आरंभ यामधील काही काळ दोन्ही झडपा उघड्या असतात. हा अवधी भुजादंडाच्या फेऱ्याच्या अंशात व्यक्त करतात आणि त्यास झडपांचा परस्पर व्यापनकाल असे म्हणतात.

भुजादंडाच्या दोन फेऱ्यांत, म्हणजे ७२०° कोनाचे एक आवर्तन दाखवून त्यांत प्रवेश व निर्गम झडपांचा क्रिया-समय क्रम खालील आकृती क्रमांक (१७)

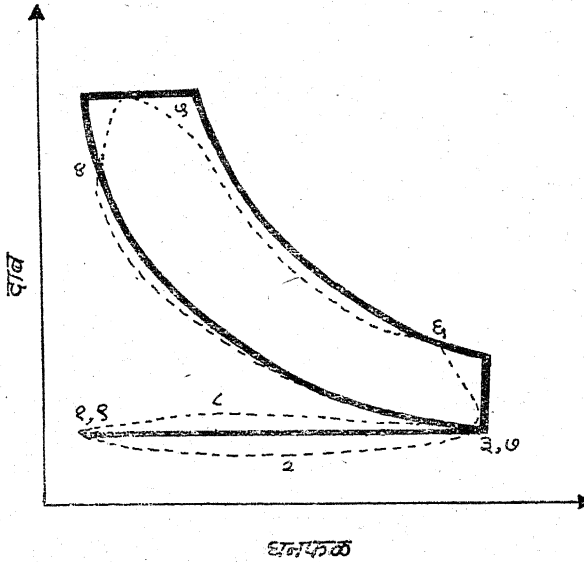


आ. १७ झडप-क्रिया समय क्रम

प्रमाणे दाखविता येतो. त्यात अब, बक, कड, डई ही चार अर्धवर्तुळे अनुक्रमे शोषण, संपीडन, कार्यकारी व निष्कासन धावा दाखवितात. प्रवेश झडप (प्र१) या स्थानावर उघडते आणि (प्र२) स्थानावर बंद होते. निर्गम झडप (न१) या स्थानावर उघडते आणि (न २) स्थानावर बंद होते. (क्ष) हा डीझेल तेलाच्या अंतःक्षेपणाचा क्षण आहे. संपीडन धावेच्या अखेरी, दट्ट्याच्या उच्च स्थिरस्थानापूर्वी, भुजादंडाच्या १५° ते २०° या स्थानावर सामान्यतः डीझेल तेलाचे अंतःक्षेपण होते.

दाब–घनफळ आलेख

दट्ट्याच्या पश्चअग्र गतीमुळे सिलिंडरमधील कार्यकारी माध्यमाचे घनफळ आणि त्याचा दाब सतत बदलत रहातो. एका आवर्तनात कार्यकारी माध्यमाचे घनफळ आणि दाब यांचा संबंध आणि त्याच्यातील बदल दर्शविणाऱ्या आलेखास दाब-घनफळ आलेख असे म्हणतात. डीझेल एंजिनातील दाब–घनफळ आलेख आकृती क्रमांक (१८) मध्ये दाखविला आहे. आदर्श किंवा तात्विक आवर्तनाचा आलेख ठळक रेषांनी तर प्रत्यक्ष आवर्तनाचा आलेख तुटक रेषांनी दाखविलेला आहे. प्रत्यक्ष आवर्तन आलेखात (१) हा बिंदू ज्वलनकप्प्याचे घनफळ दर्शवितो. (१–२–३) हे शोषण धावेतील हवेचे शोषण असून त्यांत दाब वातावरणाच्या दाबापेक्षा कमी असतो. (३) हा बिंदू सिलिंडर व ज्वलनकप्पा यांचे एकत्रित



आ. १८ कार्यकारी माध्यमाचा दाब घनफळ आलेख

घनफळ दर्शवितो. हवेचे संपीडन (३–४) या रेषेने दाखविलेले आहे. या क्रियेत हवेचे घनफळ कमी होऊन दाब वाढतो. (३) या बिंदूने दर्शविलेले घनफळ व (४) या बिंदूने दर्शविलेले घनफळ यांचे गुणोतर म्हणजेच संपीडन गुणोत्तर होय. (४–५) ही रेषा ज्वलनक्रिया दर्शविते आणि (५–६–७) ही रेषा ज्वलनोत्तर वायूचे प्रसरण व कार्यनिर्मिती दर्शविते. (६) या बिंदूपाशी निर्गम झडप उघडल्याने वायूचा दाब (६–७) असा एकदम कमी होतो. (७–८–९) ही रेषा म्हणजेच निरुपयोगी वायूचे निष्कासन आणि ते वातावरणाच्या दाबापेक्षा किंचित अधिक दाबाने होते. दाब–घनफळ आलेखात वक्राखालील क्षेत्रफळ हे निष्पन्न झालेला किंवा खर्च कराव्या लागलेल्या यांत्रिक कार्याचे निर्देशक असते. त्यामुळे (३–४–५–६–७) या बंदिस्त मंडलाचे क्षेत्रफळ एका आवर्तनात निष्पन्न झालेले यांत्रिक कार्य दर्शविते, तर (१–२–३–७–८–९) हे बंदिस्त मंडल शोषण व निष्कासन क्रियेत एंजिनला खर्च करावे लागलेले यांत्रिक कार्य दर्शविते. निष्कासन क्रियेच्या अखेरचा (९) हा बिंदू आरंभाच्या (१) या बिंदूशी जुळतो आणि आवर्तन पूर्ण होते.

जडचक्राची आवश्यकता

वरील आलेखानुसार एका आवर्तनात दट्ट्यावरील कार्यकारी माध्यमाचा दाब सतत बदलत राहिल्याने दट्ट्यावरील दाब प्रेरणाही बदलत रहाते व संयोग-दांड्यामुळे प्रेषित झालेली भुजाखिळीवरील स्पर्शरेषीय प्रेरणा आवर्तनात सतत बदलते. या सतत बदलामुळे भुजादंडाच्या वर्तुळाकार गतीत एकसारखे फेरफार होण्याचा संभव असतो. आवर्तनात भुजादंडाची गती स्थिर रहावी यासाठी त्यावर जडचक्र बसविलेले असते. जडचक्राच्या जडत्वामुळे स्पर्शरेषीय प्रेरणा बदलत राहिली तरी भुजादंडाच्या गतीत उल्लेखनीय फेरफार होत नाहीत व गती स्थिर रहाते. अर्थात गतिनियंत्रकापेक्षा जडचक्राचे कार्य भिन्न असते. एंजिनावरील बदलत्या भाराशी जडचक्राचे कार्य संबधित नसते.



६: डीझेल अंत:क्षपण व अंत:क्षेपक

अंत:क्षेपण यंत्रणेचे प्रयोजन

डीझेल एंजिनाच्या शोषण धावेत शोषिलेली हवा संपीडन धावेत संपीडन होते. उच्च संपीडन गुणोत्तरामुळे, या धावेच्या अखेरी ज्वलनकप्प्यातील हवेचा दाब व तपमान वाढते. हे तपमान डीझेल तेलाच्या प्रज्वलनबिंदूपेक्षा जास्त असल्याने ज्वलनकप्प्यातील अंत:क्षेपकाद्वारा तेलाचे अंत:क्षेपण झाले की तेल पेट घेते आणि ज्वलनक्रिया घडून येते. एंजिनात निर्माण होणारी यांत्रिक कार्यशक्ती तेलाच्या परिमाणावर अवलंबून असल्याने अंत:क्षेपित तेलाच्या परिमाणात बदल करून यांत्रिक कार्यशक्ती कमीजास्त करता येते. डीझेल एंजिनातील अंत:क्षेपण यंत्रणेकडून खालील कार्ये अभिप्रेत असतात.

१) संपीडन हवेच्या दाबापेक्षा अधिक दाब तेलावर निर्माण करणे.
२) संपीडन धावेच्या अखेरीस योग्य त्या क्षणी तेलाचे अंत:क्षेपण करणे.
३) एंजिनाकडून अपेक्षित असलेल्या कार्यशक्तीनुसार अंत:क्षेपण करावयाच्या तेलाच्या परिमाणात योग्य ते बदल करणे.
४) तेलाचे कणीभवन, ज्वलनकप्प्यात त्याचे खोलवर व योग्य अंत:क्षेपण आणि सर्वत्र वितरण करणे-

ही सर्व कार्ये योग्य तऱ्हेने पार पडतील अशीच या यंत्रणेच्या सर्व घटकांची रचना केलेली असते. दट्टया उच्च स्थिरस्थानावर आला असतानाच ज्वलन पूर्ण व्हावे अशी अपेक्षा असल्याने आणि अंत:क्षेपणाच्या क्षणापासून ज्वलनक्रिया पूर्ण होईपर्यंत काही ठराविक वेळा आवश्यक असल्याने अंत:क्षेपण संपीडन धावेच्या अखेरीस होते.

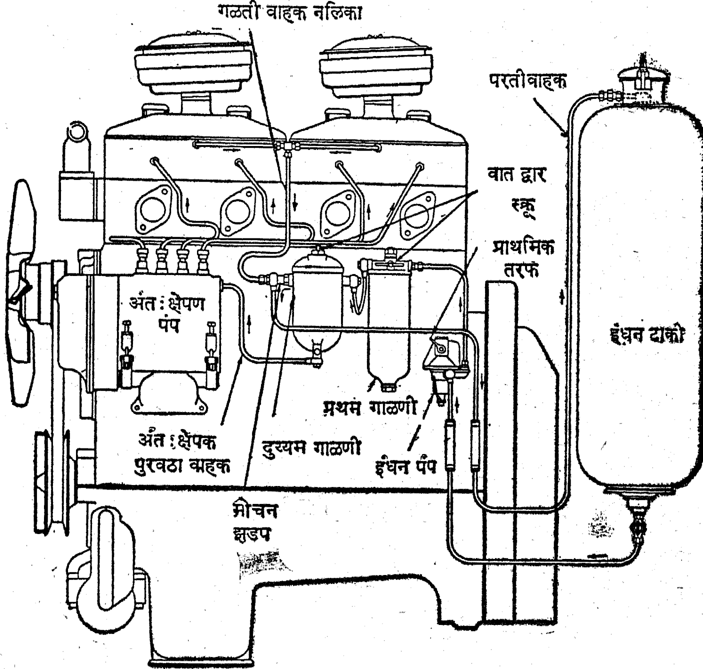
अंत:क्षेपण यंत्रणेतील घटक :

डीझेल एंजिनाच्या अंत:क्षेपण यंत्रणेत पुढील महत्वाचे घटक असतात.

१) इंधन तेलाची टाकी
२) इंधन तेलाची प्रमुख व दुय्यम गाळणी

३) इंधन अंतःक्षेपण पंप
४) इंधन अंतःक्षेपक
५) गतिनियंत्रक

उपरोक्त घटकांची सापेक्षस्थाने आकृती क्रमांक (१९) मध्ये दाखविलेली आहेत.

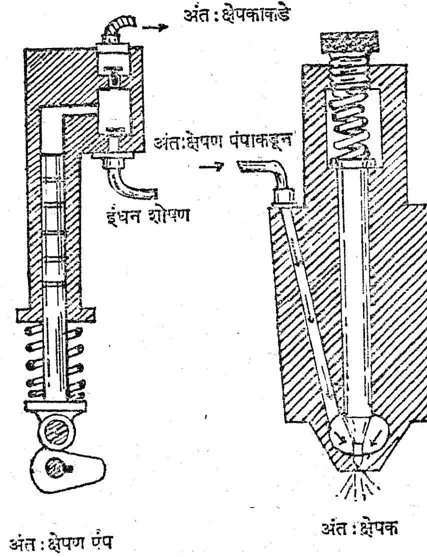


आ. १९ डीझेल अंतःक्षेपण यंत्रणेतील घटक

या घटकांपैकी इंधनटाकीचा उपयोग इंधनतेलाची साठवण करण्यासाठी होतो. या टाकीच्या तोंडाशीही एक लहान गाळणी लावलेली असते. तिच्यातून व बाहेरील प्रमुख आणि दुय्यम अशा गाळण्यांमधून तेल गाळून अंतःक्षेपण पंपाकडे जाते. अंतःक्षेपण पंप आणि अंतःक्षेपक यांची रचना व त्यांतील घटक नाजुक असल्याने तेलातील कचरा व धूलिकण गाळले जाणे आवश्यक असते. अंतःक्षेपण पंप टाकीतील तेल शोषून, त्यावरील दाब वाढवून व त्याचे योग्य परिमाण ठरवून ते ठराविक वेळी अंतःक्षेपकाकडे पाठवितो. अंतक्षेपकाद्वारें या तेलाचा फवारा ज्वलन-कण्यात उडविला जातो. तेलाच्या परिमाणात बदल करून त्याची गती स्थिर दाखवण्याचे कार्य अंतःक्षेपण पंपाला जोडलेला गतीनियंत्रक करीत असतो.

अंतःक्षेपण पंपाचे तत्व

ज्वलनकप्यातील संपीडित हवेच्या दाबापेक्षाही अधिक दाब तेलावर निर्माण करणे हे अंतःक्षेपण पंपाचे प्रमुख कार्य असते. हा अंतःक्षेपण दाब १४० किलोग्रॅम/(से. मी.)^2 पासून १४०० किलोग्रॅम (से.मी.)^2 एवढा बदलू शकतो. सामान्यतः १४० ते २८० किलोग्रॅम/ (से. मी.)^2 एवढ्या दाबाने तेलाचे अंतःक्षेपण होते. हा दाब निर्माण करण्यासाठी साधे दट्ट्या बॅरल तत्व वापरले जाते. आकृती क्रमांक (२०) मध्ये पंपाची सर्वसाधारण रचना दाखविली आहे.



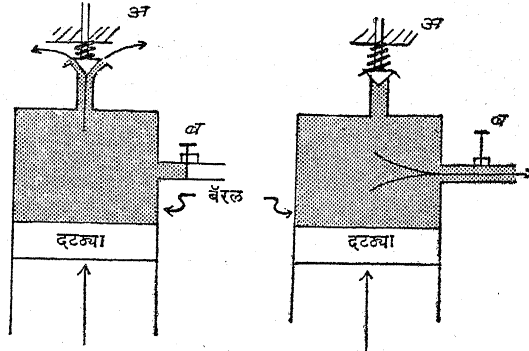
आ. २० अंतःक्षेपण पंप व अंतक्षेपक यांची रचना

बॅरलमध्ये दट्ट्या ऊर्ध्व–अधोगामी दिशेने हालचाल करीत असतो. ज्या कॅमच्या सहाय्याने ही हालचाल घडवून आणली जाते तो एंजिनाच्या कॅमदंडावरच असतो. कॅमदंड भुजादंडाच्या निम्म्या गतीने फिरत असल्याने भुजादंडाच्या दोन फेऱ्यांत, म्हणजेच एका आवर्तनात अपेक्षेप्रमाणे अंतःक्षेपणाची क्रिया एकदाच घडते. दट्ट्याच्या अधोगामी धावेत, टाकीतील इंधन, एक शोषण झडपेद्वारा बॅरलमध्ये दट्ट्याच्या वरच्या भागात शोषिले जाते. कॅमच्या फेऱ्यामुळे दट्ट्या ऊर्ध्व दिशेने सरकू लागला की या तेलावरील दाब वाढू लागतो आणि एका विशिष्ठ दाबाला पंपावरील स्प्रिंग झडप उघडून तेल अंतःक्षेपकाकडे जाते. पंपघटकांतील बॅरल्सची संख्या एंजिनातील सिलिंडर्सच्या संख्येएवढीच असते, आणि या सर्व बॅरल्समधील दट्टे एकाच कॅमदंडाने पण वेगवेगळ्या कॅम्सनी कार्यान्वित केले जातात. बहुसिलि-

डर एंजिनाचा जो प्रज्वलनक्रम असेल त्याच क्रमाने पंपाकडून योग्य त्या सिलिंडर्स-च्या अंतःक्षेपकांकडे संपीडित तेल पाठवले जाते.

इंधनतेलाच्या परिमाणातील बदल

वेगवेगळ्या परिस्थितीत एंजिनाकडून वेगवेगळी कार्यशक्ती अपेक्षित असते. एक ठराविक भार एंजिनावर असला की ठराविक कार्यशक्ति निर्माण होते. हा भार वाढला तर एंजिनाची मूळ गती कायम रहाण्यासाठी कार्यशक्तिही अधिक निर्माण व्हावी लागते. तसेच भार कमी झाला तर कार्यशक्तींतही घट व्हावी लागते. थोडक्यात म्हणजे एंजिनावरील भारातील बदलानुसार कार्य-शक्तिच्या निर्मितीत बदल घडवून आणावा लागतो. इंधनतेलाचे एकावेळी अंतःक्षेपित होणारे परिणाम कमीजास्त करून निर्मित कार्यशक्ति कमीजास्त करता येते. अंतः-क्षेपित इंधनतेलाच्या परिमाणात कसा बदल करता येतो हे आकृती क्रमांक (२१) वरून व तत्संबंधी विवेचनावरून स्पष्ट होईल.

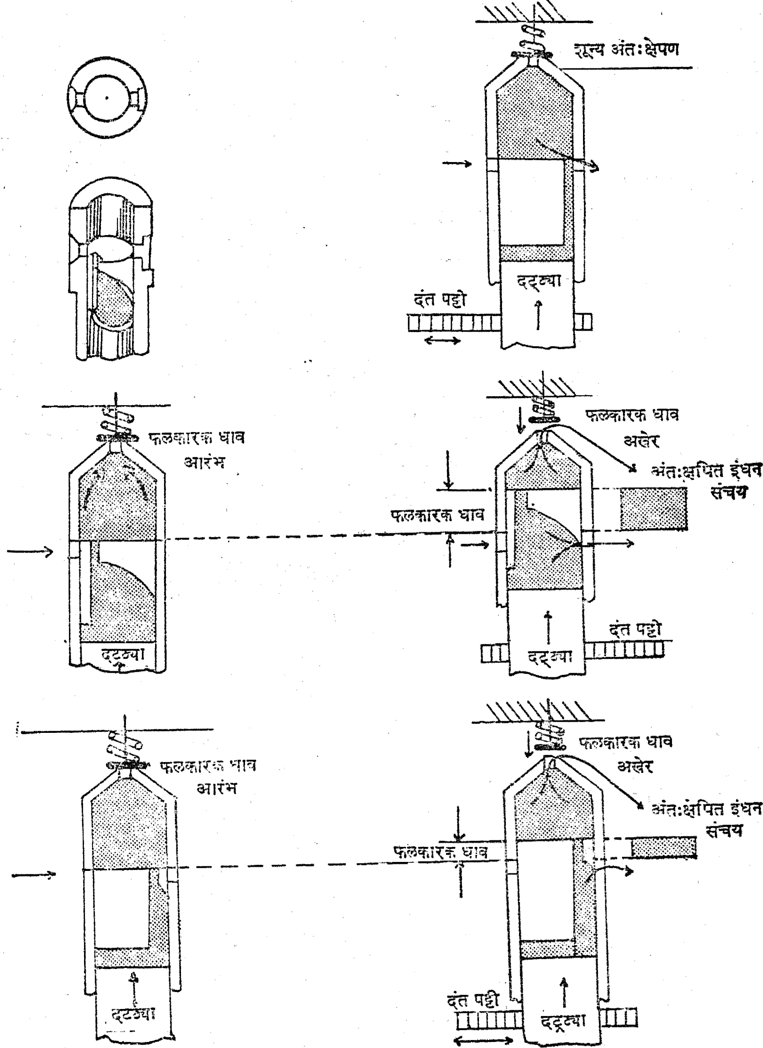


आ. २१ परिमाण बदलाचे तत्व

सदर आकृतीत दाखविल्याप्रमाणे 'अ' ही स्प्रिंगभारित झडप असून 'ब' ही आपल्या इच्छेनुसार उघडझाप करता येईल अशी झडप आहे. डावीकडील आकृतीत 'ब' ही झडप बंद करून ठेवलेली आहे. दट्टया जर वर लोटला गेला तर दट्टयावरील द्रवावर दाब वाढून एका विशिष्ठ दाबाला 'अ' ही झडप उघडेल आणि सर्व द्रव बाहेर लोटला जाईल. याउलट उजवीकडील आकृतीत दाखविल्या-प्रमाणे 'ब' ही झडप उघडी ठेवली आणि दट्टया वर लोटला तर साहजिकच दट्टयावरील द्रव कमी विरोधाच्या मार्गाने म्हणजेच 'ब' या झडपेतून बाहेर पडेल आणि 'अ' ही झडप तशीच बंद राहील.

आता डावीकडील आकृतीत दट्टया वर लोटला जात असताना आणि 'अ' ही झडप उघडून द्रव दाबाने बाहेर जात असताना मध्येच 'ब' ही झडप उघडली

तर त्यानंतर सगळा द्रव 'ब' या झडपेतून बाहेर पडेल आणि अर्थातच 'अ' ही झडप लगेच बंद होईल. सारांश, दट्ट्याची धाव चालू असताना 'ब' ही झडप उघडण्याची वेळ बदलून, 'अ' या झडपेतून दाबाने बाहेर पडणाऱ्या द्रवाचे परिमाण बदलता येईल. अंतःक्षेपण पंपाच्या रचनेत हेच तत्व वापरलेले असते. प्रत्यक्षात फरक



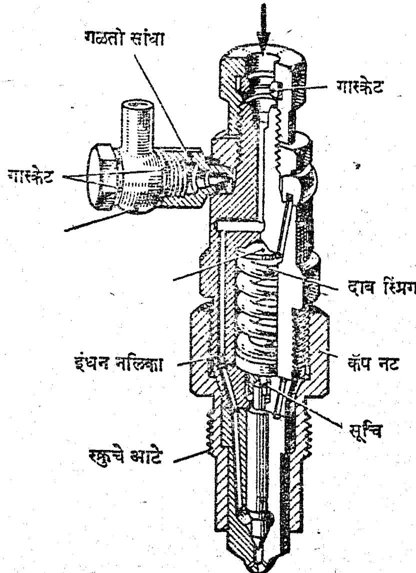
आ. २२ अंतःक्षेपित तेलातील परिमाण बदल

एवढाच असतो की वरील विवेचनातील 'ब' ही झडप अस्तित्वात नसते, तर दट्टचालाच एक विशिष्ठ खोबण ठेवून तिच्याद्वारे 'ब' या झडपेचे कार्य घडवून आणले जाते.

अंत:क्षेपण पंपाच्या रचनेत 'अ' ही ठराविक दाबाला उघडणारी स्प्रिंगभारीत झडप असते. बॅरलवरील 'क' या छिद्रातून दट्टचाच्या अधोगामी धावेत तेल शोषित केले जाते. दट्टचाच्या बाह्यपृष्ठभागावर एक खोबण असते. दट्टचाच्या ऊर्ध्वगामी धावेत या खोबणीची वरची कड 'ब' या बाह्यछिद्राला स्पर्श करीपर्यंतच 'अ' ही झडप उघडून तेल बाहेर पडते. एका दंतपट्टीच्या सहाय्याने दट्टचा त्यांच्या अक्षाभोवती फिरविता येतो व दट्टचाच्या खोबणीचे 'ब' या बाह्यछिद्राशी सापेक्ष स्थान बदलता येते. आकृती क्रमांक (२२) वरून खोबणीच्या निरनिराळ्या सापेक्ष स्थानांप्रमाणे इंधनतेलाचे वेगवेगळे परिमाण पंपाबाहेर कसे पाठविले जाते हे स्पष्ट होईल. सारांश, दट्टाची फलकारक धाव कमीजास्त करून तेलाचे परिमाण बदलले जाते.

अंत:क्षेपक

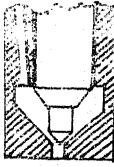
संपीडनधावेच्या अखेरीस ज्वलनकप्प्यातील संपीडित हवेत डीझेल तेलाचे अंत:क्षेपण होते अ णि अल्पावधीतच तेलाचे वितरण, कणीभवन, बाष्पीभवन, हवे-



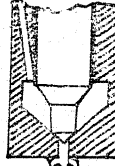
आ. २३ अंत:क्षेपाची रचना

बरोबर योग्य मिश्रण आणि प्रज्वलन या सर्व क्रिया घडून येतात. या सर्व क्रिया योग्य प्रकारे घडून एंजिनाचे कार्य सुरळीत चालण्यासाठी अंतःक्षेपकाची रचना आणि त्याचे ज्वलनकप्प्यातील स्थान या दोन गोष्टी महत्त्वाच्या असतात. त्याखेरीज इंधनतेलाच्या बचतीचा दृष्टीनेही या गोष्टींना महत्व आहे. अंतःक्षेपकाची कार्यपद्धती समजण्यासाठी एका विशिष्ठ अंतःक्षेपकाची रचना आकृती क्रमांक (२३) मध्ये दाखविलेली आहे. अंतःक्षेपण पंपापासून अंतःक्षेपकापर्यंतचा नलिकामार्ग इंधनतेलाने भरलेला असतो. अंतःक्षेपण पंपात निर्माण झालेल्या दाबामुळे अंतःक्षेपकातील सूचि वर उचलली जाते व तिच्या वरच्या बाजूस असलेली स्प्रिंग दाबली जाते. त्यामुळे तेल छिद्रात उतरते. तेलाचा दाब किंचित कमी होताच स्प्रिंग प्रसरण पावते व सूचि जोराने खाली लोटली जाऊन अंतःक्षेपकाच्या छिद्रातून तेलाचे फवाऱ्याप्रमाणे अंतःक्षेपण होते.

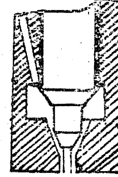
अंतःक्षेपकाचे विविध प्रकार डीझेल एंजिनात वापरले जातात. तथापि एकछिद्र अंतःक्षेपक, बहुछिद्र अंतःक्षेपक आणि पिंटल अंतक्षेपक यांचा सर्वाधिक वापर होतो या तिन्ही रचना आकृती क्रमांक (२४) मध्ये दाखविलेल्या आहेत.



एक छिद्र
अंतःक्षेपक



बहुछिद्र
अंतःक्षेपक



पिंटल
अंतःक्षेपक

आ. २४ अंतःक्षेपकाचे विविध प्रकार

या तिन्ही प्रकारांचे स्वतंत्र फायदेतोटे आहेत आणि एखाद्या एंजिनासाठी कोणता अंतःक्षेपण वापरायचा हे ज्वलनकप्प्याच्या रचनेवरून ठरवले जाते. उदाहरणार्थ एकछिद्र अंतःक्षेपणातून तेलाचे खोलवर अंतर्क्षेपण होऊ शकते तर बहुछिद्र अंतःक्षेपकातून डीझेल तेलाचे उत्तम वितरण होऊ शकते.

गतिनियंत्रिण व गतिनियंत्रक :

एंजिनावरील भार बदलत असताना, गती जर स्थिर रहायला हवी असेल तर भारानुसार कार्यशक्ती बदलायला हवी. दर आवर्तनागणिक ज्वलनकप्प्यात अंतःक्षेपित होणाऱ्या तेलाचे परिमाण बदलून कार्यशक्तीत आवश्यक तो बदल घडवून आणता येतो. बदलत्या भारानुसार तेलाच्या परिमाणात बदल करण्याचे हे कार्य अंतःक्षेपण पंपात दंतपट्टीला जोडलेला गतिनियंत्रक करीत असतो.

गतिनियंत्रकाचे कार्य केंद्रोत्सारी प्रेरणेच्या तत्वावर चालते. एखादी जडवस्तू बाह्यअक्षाभोवती वर्तुळाकार गतीने फिरत असली तर तिच्यावरील केंद्रोत्सारी प्रेरणा वर्तुळाकार गतीच्या वर्गाच्या सम प्रमाणात बदलते. त्यामुळे गती वाढली की ती जडवस्तू अक्षापासून दूर जाते व गती कमी झाली असता ती अक्षाच्या जवळ येते.

गतिनियंत्रकातील जडवस्तू एंजिनाच्या गतीच्या सहाय्याने फिरतात. त्यामुळे एंजिनाची गती बदलत्या भाराने कमीजास्त झाली की या जडवस्तूची गतीही कमी-जास्त होते आणि गतीच्या अक्षापासून त्यांचे अंतर बदलते. अक्षापासून असलेल्या अंतरात होणारा हा बदल दंतपट्टीच्या हालचालीत प्रेषित होतो आणि त्यामुळे इंधनतेलाचे परिमाण बदलून निर्मित कार्यशक्तीही अपेक्षेनुसार बदलते.

अशा प्रकारे, भुजादंडाची गती भार बदलत असतानाही स्थिर राखण्याचे महत्वाचे कार्य गतिनियंत्रक पार पाडतो.



७. डीझेल एंजिनातील ज्वलनकप्पा

ज्वलनकप्प्याच्या रचनेचे महत्व

डीझेल एंजिनातील ज्वलनकप्प्याची रचना एंजिनच्या कार्यमानाच्या दृष्टीने अतिशय महत्वपूर्ण असते. पेट्रोल एंजिनात पेट्रोल व हवा याचे योग्य प्रमाणातील आणि एकजिनसी मिश्रण शोषणधावेतच शोषले जाऊन संपीडनक्रियेच्या अखेरी ठिणगीप्लगच्या मदतीने ठिणगी पाडून त्यांचे प्रज्वलन होते. म्हणजेच ज्वलनास अनुकूलन होण्यासाठी मिश्रणास पुष्कळ अवसर लागतो. या उलट डीझेल एंजिनात फक्त हवा शोषली जाते व तिच्या संपीडनाच्या अखेरीस, भुजादंडाच्या ३०° ते ३५° कोनाच्या फेऱ्याएवढ्या कमी वेळात इंधन तेलाचे अंत:क्षेपण होते. प्रति-मिनिटाला २००० फेरे या गतीने फिरणाऱ्या एंजिनात हा काळ केवळ १/४० सेकंद एवढाच असतो. इतक्यात अल्प काळात इंधन, तेल व हवा यांचे एकजिनसी मिश्रण होणे आवश्यक असते. कारण मिश्रणाच्या एकजिनसीपणावरच सुसूत्र ज्वलनक्रिया अवलंबून असते. असे एकजिनसी मिश्रण होण्यासाठी ज्वलनकप्प्याची रचना अनुकूल असावी लागते.

ज्वलनकप्प्याचे प्रकार

डीझेल एंजिनामध्ये ज्वलनकप्प्याच्या अनेक रचना वापरात असल्या तरी मुख्यत्वे त्या दोनच प्रकारात मोडतात हे दोन प्रकार म्हणजे,

१) संक्षुब्ध ज्वलनकप्पा

२) नि:क्षुब्ध ज्वलनकप्पा

संक्षुब्ध ज्वलनकप्प्यात बहुतांशी पिंटल अंत:क्षपण वापरतात आणि तेलावरील दाब तुलनात्मक दृष्टया बराच कमी असतो. या रचनेत, हवा संपीडनधावेतच क्षुब्ध करून ज्वलनकप्प्यात खेळवली जाते आणि हवा व अंत:क्षेपित तेल याचे एकजिनसी मिश्रण घडवून आणले जाते.

नि:क्षुब्ध ज्वलनकप्प्यात मिश्रणाच्या एकजिनसीपणासाठी हवेच्या क्षोभाचा फारच थोडा उपयोग केला जातो. या रचनेत सामान्यतः बहुछिद्र अंत:क्षेपकाचा

वापर होतो आणि फार मोठ्या दाबाने तेलाचे अंतःक्षेपण केले जाते. संपूर्ण कणी-भवन झालेल्या अवस्थेत आणि अतिशय तीव्र गतीने, अंतःक्षेपित तेलाचे, ज्वलन-कप्प्यात सर्वत्र वितरण होते आणि ज्वलनास पोषक असे एकजिनसी मिश्रण घडवून आणले जाते.

या दोन प्रकारांत विशिष्ठ फायदे व गैरफायदे असतात आणि एखाद्या एंजि-नासाठी ज्वलनकप्पा निवडताना अर्थातच अधिक फायदे असलेली रचना वापरात आणली जाते.

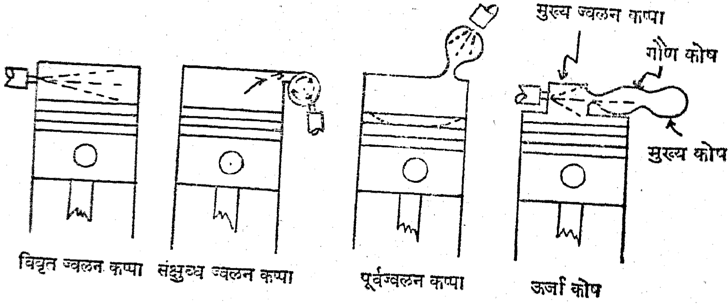
प्रचलित ज्वलनकप्प्यांच्या रचना

सर्वसामान्यतः उपयोगात आणल्या जाणाऱ्या ज्वलनकप्प्यांच्या चार प्रमुख रचना पुढील प्रमाणे आहेत.

१) निःक्षुब्ध ज्वलनकप्पा– निवृत्त अथवा खुला ज्वलनकप्पा.

२) संक्षुब्ध ज्वलनकप्पा अ) स्वतंत्र संक्षुब्ध ज्वलनकप्पा
ब) पूर्व ज्वलनकप्पा
क) ऊर्जा कोश

या सर्व ज्वलनकप्प्यांच्या रचना खालील आकृतीत दर्शविलेल्या आहेत. (आकृती क्रमाक २५ पहा.)



आ. २५

निवृत्त अथवा खुल्या ज्वलनकप्प्यात सिलिंडरच्या वरच्या भागातच ज्वलनकप्पा असतो आणि हवेच्या क्षोभाचा फारच थोडा उपयोग होतो. अतःक्षेपण दाब खूप मोठा असतो आणि अतःक्षेपक बहुछिद्र प्रकारचा असतो. ही छिद्रे बारीक असतात व कित्येकदा न जळालेले कार्बनचे कण त्यांत अडकून तेलाला अटकाव होतो. परिणामी एंजिनचा निगा राखण्याचा खर्च वाढतो. तरीही रचना सोपी असल्याने मंदगती एंजिनांसाठी ही वापरतात.

स्वतंत्र, संक्षुब्ध ज्वलनकप्प्यात, पट्टयाच्या ऊर्ध्वगामी गतीने हवा एका लहान कप्प्यात जोराने लोटली जाते आणि तिला वर्तुळाकार गति प्राप्त होते. त्याच ठिकाणी असलेल्या अंत:क्षेपकातून तेलाचे क्षेपण झाले असता, तेल जळायला सुरुवात होते आणि लहान कप्प्यातील दाब वाढतो. या दाबामुळे न जळलेले तेल आणि हवा बाहेर मुख्य ज्वलनकप्प्यात लोटली जाऊन त्यांचे योग्य आणि ज्वलनास अनुकूल असे मिश्रण तयार होते.

पूर्वज्वलनकप्पा या प्रकारात मुख्य ज्वलनकप्प्याच्या वरच्या बाजूस एक लहान कप्पा असतो. दट्टयाच्या ऊर्ध्वगामी गतीमुळे हवा त्या कप्प्यात लोटली जाते व तेथेच असलेल्या अंत:क्षेपकातून तेलाचा फवारा उडला की ज्वलनक्रिया सुरू होते. न जळालेले तेल व हवा अतिशय मोठ्या दाबाने मुख्य ज्वलनकप्प्यात लोटली जाऊन प्रभावी क्षोभ निर्माण होतो आणि योग्य व परिपूर्ण रीतीनें ज्वलनक्रिया पार पडते.

ऊर्जाकोश ही रचना पूर्वज्वलनकप्प्यापेक्षा काहीशी गुंतागुंतीची असते. ऊर्जा-कोशाचे प्रमुख कोश व गौण किंवा दुय्यम कोश असे दोन भाग असतात. मुख्य ज्वलनकप्पा आणि प्रमुख ऊर्जा कोश यांत क्रमाने ज्वलनास सुरुवात होऊन प्रभावी क्षोभ व परिणामी एकजिनसी मिश्रण तयार होते.

नि:क्षुब्ध प्रकारचा ज्वलनकप्पा असलेल्या एंजिनात आवश्यकतेपेक्षा खूप अधिक हवेचा उपयोग करावा लागतो आणि त्यामुळे औष्णिक क्षमता वाढली तरी एंजिनातील कार्यशक्तीच्या निर्मितीत घट होते.

याउलट संक्षुब्ध प्रकारचा ज्वलनकप्पा असलेल्या एंजिनात, हवेच्या वेगवान गतीमुळे ज्वलनकप्प्याच्या तटांतून अधिक उष्णता वाहून नेली जाते आणि परिणामी एंजिनाची औष्णिक कार्यक्षमता कमी होते. त्याचप्रमाणे एंजीन सुरु करणे काही वेळा अडचणीचे होऊन बसते.



८ : डीझेल एंजिनाचें कार्यमान व परीक्षण

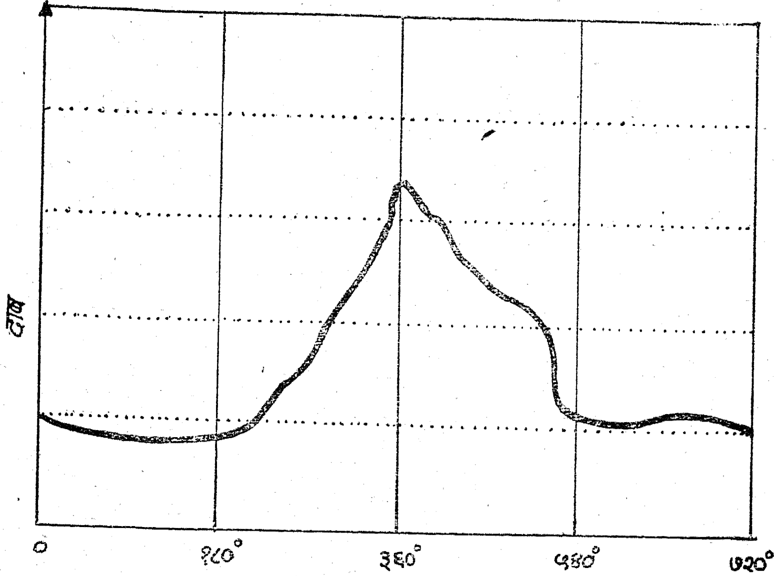
एंजिनाची आरंभक यंत्रणा

डीझेल एंजिनाच्या सर्व सिलिंडरमधील प्रज्वलन सुरू होऊन एंजीन चालू करण्यासाठी ते काही किमान गतीने फिरवावे लागते. अगदी लहान व मर्यादित अश्वशक्तीची एंजीने केवळ हाताने फिरवून चालू करता येतात. अशा एंजिनावर एक निःसंपीडन झडप आणि मोठ्या वस्तूमानाचे जडचक्र बसविलेले असते. निःसंपीडन झडप उघडली असता शोषित हवेचे संपीडन न होता ती या झडपेतून निघून जाते. ही झडप उघडी ठेवून एंजीन हाताने फिरवले की जडचक्रात कार्यशक्ति साठवली जाते. जडचक्राला एक विशिष्ठ गति—एंजिनाच्या नियमित गतीच्या दहा ते पंधरा टक्के—प्राप्त झाली की निःसंपीडन करण्यासाठी आवश्यक असणारी कार्यशक्ति जडचक्रातून मिळते.

अधिक अश्वशक्तीच्या आणि मोठ्या एंजिनासाठी मात्र ही पद्धत उपयोगी पडत नाही. त्यासाठी विद्युत्‌जनित्र यंत्रणा वापरावी लागते. एंजीन चालू करण्यासाठी भुजादंडावर मोठे परिवल आवश्यक असल्यानें हे विद्युत्‌जनित्र २४ ते ३६ व्होल्टस एवढ्या विद्युतदाबाच्या विजेंरीवर चालते. चलित्रात विद्युत्‌प्रवाह सोडला असता चलित्र चालू होऊन दंतचक्र जोडणीच्या सहाय्याने ते एंजीन फिरवू लागते. मात्र या यंत्रणची रचना अशी असते की एंजीन सुरू होऊन त्याची गती चलित्राच्या गतीपेक्षा वाढली की चलित्र आणि एंजीन यांच्यातील दंतचक्राची जोडणी आपोआप सुटते. त्यानंतर एंजीन चालू रहाते व चलित्र बंद करता येते. डीझेल एंजिनावर चालणाऱ्या स्वयंचलित वाहनांत हीच यंत्रणा वापरली जाते.

निर्देशक आलेख व निर्देशित अश्वशक्ती :

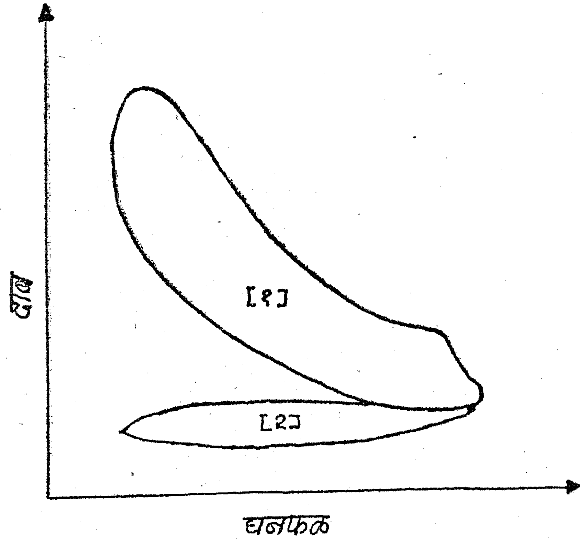
डीझेल एंजिनात शोषण व संपीडन धावेत हवा हे कार्यकारी माध्यम असते, तर कार्यकारी व निष्कासन धावेत ज्वलनोत्तर वायू हे कार्यकारी माध्यम असते. एंजीन कार्यान्वित असताना दट्ट्याची सतत हालचाल होत असल्याने या माध्यमाचे घनफळ सतत बदलत रहातो. सिलिंडरमधील कार्यकारी माध्यमाचा दाब व त्याचे घनफळ यांच्या एका आवर्तनातील परस्पर संबंध दाखविणाऱ्या आलेखास निर्देशक



आ. २६ एंजिनाचा निर्देशक आलेख

आलेख असे म्हणतात. हा आलेख ' निर्देशक ' या यंत्राच्या मदतीने मिळविता येतो. प्रत्यक्षात या यंत्राद्वारे मिळणारा आलेख भुजादंडाच्या फेऱ्याचा आणि माध्यमाच्या दाबाचा संबंध दर्शवितो आणि तो आकृती क्रमांक (२६) प्रमाणे असतो.

भुजादंडाच्या अंशात्मक स्थानामुळे सिलिंडरमधील दट्ट्याचे स्थान ठरविता येते व त्यानुसार कार्यकारी माध्यमाचे घनफळ काढता येते व तसे ते काढल्यानंतर एका आवर्तनातील निर्देशक आलेख आकृती क्रमांक (२७) प्रमाणे तयार होतो. या आलेखात (१) या आकड्याने दर्शविलेले क्षेत्रफळ ' धन ' व (२) या आकड्याने दर्शविलेले क्षेत्रफळ हे ' ऋण ' असते. दाब घनफळ आलेखात अंतर्भूत क्षेत्रफळ हे यांत्रिक कार्य दर्शवित असल्याने (१) हे क्षेत्रफळ निर्मित यांत्रिक कार्य दर्शविते, तर (२) हे क्षेत्रफळ शोषण व निष्कासन धावेत एंजिनातील खर्च करावी लागलेली यांत्रिक कार्यशक्ति दर्शविते. अर्थातच एंजिनांच्या एका आवर्तनातून मिळणारे निव्वळ यांत्रिक कार्य हे क्षेत्रफळ (१) व क्षेत्रफळ (२) यांतील फरकाने दर्शविले जाते. त्यासच निर्देशित यांत्रिक कार्य असे म्हणतात. एका आवर्तनातील निर्देशित यांत्रिक कार्य आणि प्रतिमिनिटाला पूर्ण होणारी आवर्तनांची संख्या याच्या सहाय्याने एंजिनाची निर्देशित अश्वशक्ति ठरविता येते.



आ. २७ निर्देशित दाब-घनफळ आलेख

निर्देशित औष्णिक कार्यक्षमता

एंजिनातील इंधनाच्या ज्वलनामुळे उपलब्ध होणारी उष्णताशक्ति संपूर्णपणे यांत्रिक कार्यशक्ती कधीच रूपांतरीत होत नाही. तिचा काही भाग शीतलीकरण-माध्यमाकडून शोषिला जातो, काही भाग निष्कसित वायूंबरोबर वाहून नेला जातो. काही भाग एंजिनाच्या तप्त पृष्ठभागाकडून वातावरणात उत्सर्जित केला जातो व उरलेल्या भागाचे यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतर होते. ठराविक वेळात, उपलब्ध उष्णताशक्तीचा कितवा हिस्सा यांत्रिक कार्यशक्तीत रूपांतरीत झाला आहे हे दर्शविणारा अपूर्णांक म्हणजेच एंजिनाची निर्देशित औष्णिक कार्यक्षमता होय.

निर्देशित औष्णिक कार्यक्षमता

$$= \frac{\text{ठराविक वेळात निर्देशित कार्यशक्तीत रूपांतरीत झालेली उष्णताशक्ति}}{\text{तेवढयाच वेळांत उपलब्ध झालेली उष्णताशक्ति}}$$

दिलेल्या वेळात खर्च झालेले इंधनतेल व इंधनतेलाचे उष्णतामूल्य यांच्या गुणाकाराने उपलब्ध उष्णताशक्ति ठरविता येते.

यांत्रिक कार्यक्षमता

एंजिनातील चलनवलन होणारे अनेक घटक एकमेकांवर घासले जातात. त्यांच्यामधील या घर्षणात, निर्देशित अश्वशक्तीपैकी काही अश्वशक्ती खर्च होते. या

अश्वशक्तीला घर्षण अश्वशक्ति असे संबोधिले जाते. निर्देशित अश्वशक्तीतून घर्षण अश्वशक्ती वजा जाता जी अश्वशक्ति उरते, तेवढीच आपल्या उपयोगासाठी एंजीन कडून उपलब्ध होते. त्या अश्वशक्तीस उपयुक्त अश्वशक्ति असे म्हणतात. म्हणजेच, उपयुक्त अश्वशक्ति = निर्देशित अश्वशक्ति − घर्षण अश्वशक्ति.

एंजिनाच्या घटकांतील पृष्ठभागांचे जे घर्षण होते त्यामुळे एंजिनाला तीन प्रकारे नुकसान पोहोचते. एक म्हणजे घर्षणात एंजिनाची काहीं कार्यशक्ति शोषिली जाते, दुसरे म्हणजे घर्षणामुळे अनावश्यक उष्णता निर्माण होते आणि तिसरे म्हणजे एकमेकांवर घासले गेल्याने घटक पृष्ठभागांची झीज होऊन ते निकामी होण्याचा संभव असतो. घर्षणातील तीव्रता कमी करून, त्यात वाया जाणारी कार्यशक्ति वाचविण्यासाठीच वंगण यंत्रणेची योजना असते. या यंत्रणेमुळे दोन घासणाऱ्या पृष्ठभागांमध्ये वंगणतेलाचा पातळ थर राहून घर्षण कमी करता येते. उपयुक्त अश्वशक्ति आणि निर्देशित अश्वशक्ति यांमधील गुणोत्तरास एंजिनाची यांत्रिक कार्यक्षमता अशी संज्ञा आहे.

$$\text{यांत्रिक कार्यक्षमता} = \frac{\text{उपयुक्त अश्वशक्ति}}{\text{निर्देशित अश्वशक्ति}}$$

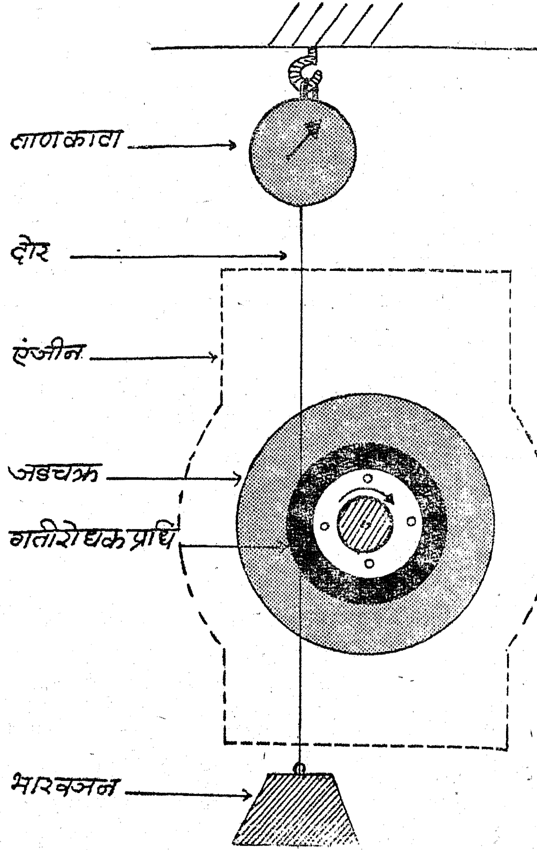
शक्तिमापक

उपयुक्त अश्वशक्ति मोजणाऱ्या उपकरणास शक्तिमापक असे म्हणतात. शक्तिमापकाचे यांत्रिक शक्तिमापक, विद्युत शक्तिमापक, जलप्रेरित शक्तिमापक असे विविध प्रकार असतात. त्यापैकी दोर व गतीरोधक प्रधि यांचा वापर करणारा यांत्रिक शक्तिमापक सोप्या प्रकारचा असतो. सोबतच्या आकृतीत हा दर्शविलेला आहे. एक गतीरोधक प्रधि बोल्ट्सच्या सहाय्याने एंजिनाच्या जडचक्राला जोडली जाते. एका दोराचे एक टोक ताणकाटयाला जोडून, गतीरोधक प्रधिवरून एक फेरा घेऊन दुसऱ्या टोकाला वजन बांधले जाते व ते बदलता येते. हे वजन बदलून एंजिनावरील भार बदलता येतो. एका विशिष्ठ परीक्षणाच्या वेळी 'व' हे वजन असेल आणि 'स' हा ताणकाटयावरील वेधांक असेल, एंजीन प्रतिमिनिटास 'न' फेरे या गतीने फिरत असेल, आणि 'त' ही गतीरोधकाची परिणामी त्रिज्या असेल (म्हणजे प्रधिची त्रिज्या + दोराची त्रिज्या) जर पुढील सूत्रावरून एंजिनाची उपयुक्त अश्वशक्ति ठरवितात.

$$\text{उपयुक्त अश्वशक्ति} = २ \times \frac{२२}{७} \times \frac{न \times (व - स) \times त}{४५००}$$

उपलब्ध उष्णताशक्तीचा कितवा हिस्सा उपयुक्त कार्यशक्तीत रूपांतरीत झाला आहे हे दर्शविणाऱ्या अपूर्णांकास एंजिनाची समग्र कार्यक्षमता असे म्हणतात. अर्थातच,

समग्र कार्यक्षमता = निर्देशित औष्णिक कार्यक्षमता × यांत्रिक कार्यक्षमता

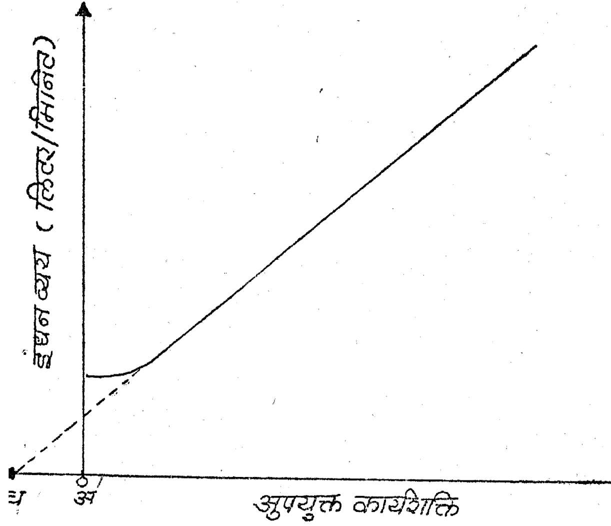


आ. २८ यांत्रिक शक्तिमापक

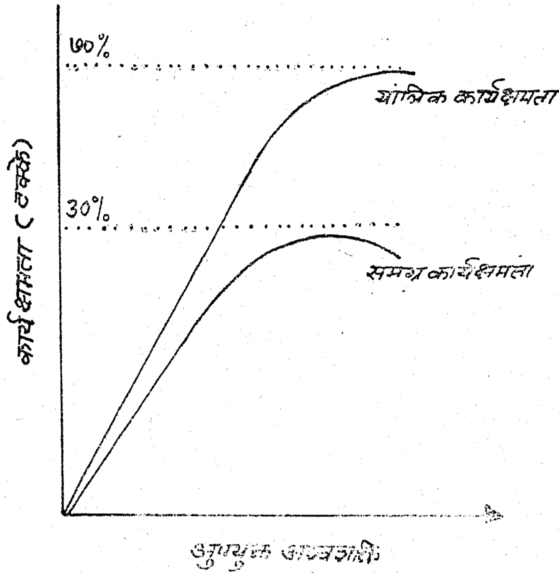
कार्यमान अभिलक्षण वक्र

एंजिनाची गती स्थिर ठेवून त्यावरील भार वाढवीत नेला की जशी त्याची उपयुक्त अश्वशक्ति वाढते, तसाच इंधनाचा व्ययदेखील वाढतो. उपयुक्त अश्वशक्ति आणि इंधनव्यय यांच्यातील संबंध दाखविणारा वक्र आकृती क्रमांक (२९) मध्ये दाखविलेला आहे. उपयुक्त अश्वशक्तीच्या अक्षाला, हा वक्र वाढविल्यास 'घ' या बिंदूत मिळतो. 'घ' हा बिंदू अर्थातच अक्षाच्या ऋण बाजूवर येतो. 'अ' या आदिबिंदूपासून 'घ' या बिंदूपर्यंतचे अंतर घर्षण अश्वशक्ती दर्शविते. घर्षण अश्वशक्तीच्या मापनामुळे, कोणत्याही उपयुक्त अश्वशक्ति वेधांकाला तत्कालिन निर्देशित अश्वशक्ति मिळू शकते. उपयुक्त अश्वशक्ति व निर्देशित अश्वशक्ति यांच्या गुणोत्तराने यांत्रिक कार्यक्षमता ठरविता येते. उपयुक्त अश्वशक्तीतील बदलानुसार

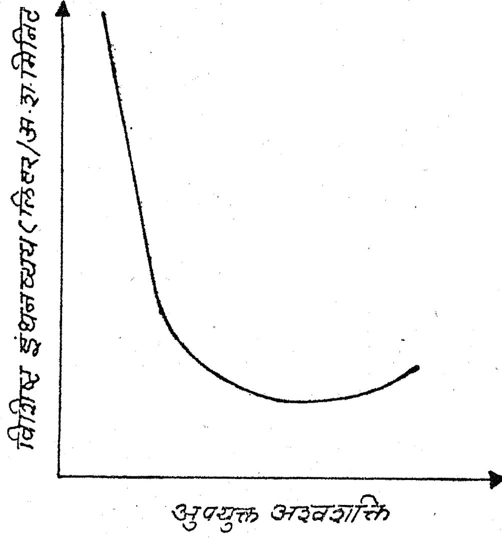
ार्यक्षमता आणि समग्र कार्यक्षमता यांच्यात कसा बदल होतो हे दर्शवि-
ा आकृती क्रमांक (३०) मध्ये काढलेला आहे.



आ. २९ कार्यमान-अभिलक्षण वक्र-१



आ ३० कार्यमान-अभिलक्षण वक्र-२



आ. ३१ कार्यमान–अभिलक्षण वक्र–३

एक मिनिट एवढ्या काळासाठी एकांक उपयुक्त अश्वशक्ति निर्माण करण्या-साठी जेवढे इंधनतेल लागते, त्याला विशिष्ट इंधनव्यय असे म्हणतात. ते (लीटर प्रती मिनिट अश्वशक्ती) या परिमाणात व्यक्त करता येते. काही वेळा ते (ग्रॅम्स प्रती तास– अश्व शक्ती) या परिमाणातही मोजतात. विशिष्ठ इंधनव्ययात उपयुक्त अश्वशक्तीनुसार कसा बदल होतो हे दाखविणारा वक्र आकृती क्रमांक (३१) मध्ये काढलेला आहे. साहजिकच किमान विशिष्ठ इंधनव्यय ज्या उपयुक्त कार्यशक्तीशी निगडित असेल ती इंधनबचतीच्या दृष्टीने सर्वोत्तम उपयुक्त अश्वशक्ती होय. याच अश्वशक्तिला एंजिनाची समग्र कार्यक्षमता कमाल असते.

डीझेल एंजिनांचें वर्गीकरण :

व्यवहारात वापरल्या जाणाऱ्या डीझेल एंजिनांचे, वेगवेगळ्या कसोटचा लावून खालीलप्रमाणे वर्गीकरण करता येतें.

१) द्विधावी व चारधावी डीझेल एंजिने

२) सिलिंडर्सची संख्या

अ) एक सिलिंडर एंजिनें–

विहीरीवरील पंप, मर्यादित प्रमाणात विद्युतनिर्मिती

ब) बहूसिलिंडन एंजीने–

स्वयंचलित वाहने, लहान कार, टेम्पो, ट्रॅक्टर्स (चार सिलिंडर्स)

मालट्रक्स, बसेस (सहा सिलिंडर्स)

३) उभी व आडवी एंजीने-

सिलिंडरचा अक्ष उभा अगर आडवा असेल त्याप्रमाणे त्या एंजिनाला उभे किंवा आडवे एंजीन म्हणतात. बहुतेक सर्व स्वयंचलीत वाहनांची एंजिने उभी असतात.

४) वातशीतल व जलशीतल डीझेल एंजिने

५) भुजादंडाची गती

अ) मंदगती एंजीन (प्रति मिनिटाला ५०० पर्यंत फेरे)

ब) मध्यमगती एंजीन (प्रति मिनिटाला ५०० ते १५०० फेरे)

क) शीघ्रगती एंजीन (प्रति मिनिटाला १५०० पेक्षा अधिक फेरे)

६) विविध उपयोग

अ) स्वयंचलित वाहन एंजीन

ब) सागरी एंजीन

क) स्थायी एंजीन

डीझेल एंजीन व पेट्रोल एंजीन यांची तुलना

पेट्रोल एंजीन व डीझेल एंजीन ही दोन्ही प्रकारची अंतर्ज्वलन एंजिने व्यापक प्रमाणात अनेक समान हेतूंसाठी वापरली जात असली तरी तात्विक आणि रचनात्मक दृष्टीने त्यांच्यात खालील महत्वाचे फरक असतात.

१) पेट्रोल एंजिनातील संपीडन गुणोत्तर सामान्यत: ५ : १ पासून ९:१ पर्यंत असते, तर डीझेल एंजिनातील संपीडन गुणोत्तर सामान्यत: १४ : १ पेक्षा अधिक असते.

२) पेट्रोल एंजिनात शोषणधावेत हवा व पेट्रोलची वाफ यांचे योग्य प्रतीचे व परिमाणाचे मिश्रण शोषिले जाऊन त्याचे संपीडन होते. परंतु डीझेल एंजिनात शोषणधावेत केवळ हवा शोषिली जाऊन नंतर तिचे संपीडन होते.

३) हवा व पेट्रोलची वाफ यांचे योग्य मिश्रण तयार करून त्याचे आवश्यक तेवढे परिमाण सिलिंडरकडे पाठविणारा ' कार्ब्युरेटर ' हा घटक पेट्रोल एंजिनात वापरावा लागतो तसा तो डीझेल एंजिनात वापरावा लागत नाही.

४) हवा व पेट्रोल या मिश्रणाचे प्रज्वलन करण्यासाठी पेट्रोल एंजिनात एक स्वतंत्र विद्युत्-ठिणगी-प्रज्वलन यंत्रणा वापरावी लागते तशी ती डीझेल एंजिनात वापरावी लागत नाही. कारण डीझेल एंजिनातील प्रज्वलन केवळ उच्च संपीडन गुणोत्तरामुळे आपोआप घडून येते.

५) पेट्रोल एंजिनात इंधन अंत:क्षेपण यंत्रणा वापरीत नाहीत परंतु डीझेल एंजिनात ती अत्यावश्यक असते.

६) समान अश्वशक्तीचा विचार करिता, डीझेल एंजिन हे पेट्रोल एंजिनापेक्षा अधिक अवजड असते.

७) सामान्यत: अधिक अश्वशक्तीच्या गरजेच्या ठिकाणी डीझेल एंजीनाचा वापर होतो तर कमी अश्वशक्तीच्या गरजेच्या ठिकाणी पेट्रोल एंजिनाचा वापर करतात. मालट्रक्स, बसेस, टेम्पो, ट्रॅक्टर्स, आगबोटी, रेल्वे इत्यादींसाठी डीझेल एंजिने वापरतात तर मोपेड, स्कूटर्स, ऑटोरिक्षा, मोटर, सायकली, लहान मोटारीं यांच्यासाठी पेट्रोल एंजिने वापरतात.

डीझेल एंजिनाचे तुलनात्मक फायदे

उष्मागतिक आवर्तनाची औष्णिक कार्यक्षमता संपीडन गुणोत्तराप्रमाणे बदलते डीझेल एंजिनाची औष्णीक कार्यक्षमता त्याच्या उच्च संपीडन गुणोत्तरामुळे पेट्रोल एंजिनापेक्षा अधिक असतें. त्यामुळे इंधन खर्चात मोठीच बचत होते. प्रत्यक्षात असे आढळून आले आहे की एकाच कामासाठी पेट्रोल एंजिनास जेवढे इंधन लागते त्याच्या ७० टक्के इंधन डीझेल एंजिनास पुरते. डीझेल तेलाचा बाजारभावही पेट्रोलपेक्षा खूपच स्वस्त असल्याने, इंधन खर्चातली बचत हा डीझेल एंजिनाचा मोठाच फायदा म्हटला पाहिजे.

एंजिनात निर्माण होऊ शकणारी कमाल अश्वशक्ति डीझेल एंजिन सुरू केल्यावर तात्काळ मिळू शकतें; तथापि पेट्रोल एंजिनात मात्र तें सुरू केल्यावर, कमाल अश्वशक्तीचा पुरवठा करायला काही वेळ जावाच लागतो.

पेट्रोल हे बाष्पनशील असते तर डीझेल तेल अबाष्पनशील असते. या कारणास्तव आगीचा धोका डीझेल एंजिनाच्या बाबतीत पेट्रोल एंजिनापेक्षा फारच कमी असतो.

खनिज तेल दुर्मिळ झाल्यास डीझेल एंजिनासाठी काही वनस्पतीजन्य तेले पर्यायी इंधन म्हणून वापरता येतात. पेट्रोल एंजिनाच्या बाबतीत मात्र असे काही करणे शक्यच नसते.

सागरी वाहतुकीसाठी तर डीझेल एंजिनाला जवळजवळ पर्याय नाहीच असे म्हणावे लागते. इंधनखर्चात बचत हा तर यातील महत्त्वाचा मुद्दा आहेच कारण लहान बोटीसाठी डीझेल एंजिनाचा प्रचालन खर्च पेट्रोल एंजिनाच्या प्रचालन खर्चाच्या केवळ वीस टक्के येतो. तथापी सागरी हवा व सागरी तुषार यांचा डीझेल एंजिनांच्या कार्यमानावर कोणताही दुष्परिणाम होत नाही हा अधिक महत्त्वाचा मुद्दा मानायला हवा. याऊलट पेट्रोल एंजिनाच्या विद्युत प्रज्वलन यंत्रणेवर या गोष्टीचा निश्चित दुष्परिणाम होतो.



९ : डीझेल एंजिनाची निगा

निगा राखण्याचे प्रयोजन

अनुभवान्ती असे सिद्ध झाले आहे की रोजच्या रोज निदान काही काळ डीझेल एंजिनांची काळजीपूर्वक आणि पद्धतशीर तपासणी केली असता त्याचे कार्यमान सुधारतें, विश्वसनीयता वाढते आणि अधिक कालपर्यंत तें चांगली सेवा देऊ शकते. अर्थात या दैनंदिन तपासणीव्यतिरिक्त ठराविक कालावधीनंतर विस्तृत रीतीने एंजिनाचे परीक्षण करणेही आवश्यक असते. वेळच्या वेळी एंजिनाचे निगा-कार्य पार पाडणे अनेक दृष्टींनी फायद्याचे असते. एंजिनच्या कार्यमानात दोष निर्माण झाल्यावर तो शोधून काढून दुरुस्ती करणे यापेक्षा मुळातच तो दोष निर्माण होणार नाही अशी काळजी घेणे केव्हाही चांगले असतें. यालाच प्रतिबंधक निगा असे म्हणतात.

वेगवेगळी एंजिने वेगवेगळचा परिस्थितीत निरनिराळचा गतीने आणि भिन्न भिन्न भाराखाली फिरत असल्याने सर्वच एंजिनाना लागू पडतील असे प्रतिबंधक निगा राखण्याचे निश्चित नियम करणे अवघड असते. तथापि सर्वसाधारणतः लागू पडतील असे मार्गदर्शक नियम पुढे दिलेले आहेत.

अ) दैनंदिन निरीक्षणी

१) वंगणतेलाची पातळी तपासणे.

२) ग्रीज गनने ग्रीज भरणे. एंजिनास प्रारणी असल्यास प्रारणीचा पंखा व कप्पी यांतील वंगण तपासणे.

३) प्रारणीतील किंवा पाण्याच्या टाकीतील पाण्याची पातळी तपासणे. बंदिस्त–मंडल शीतलीकरण यंत्रणा असेल तर तिच्यात चुकूनसुद्धा क्षारयुक्त पाणी वापरले जाणार नाही ही काळजी घेणे.

४) आरंभक विद्युतघटातील ॲसिडची पातळी तपासणे.

५) एंजिनच्या बाह्यांगावरील नटबोल्ट्स, स्क्रू, जोडण्या वगैरे ढिल्या झाल्या आहेत का हे तपासणे.

६) इंधन, वंगण व पाणी यांच्या प्रवाहमार्गातील गळती तपासणे.

ब) पन्नास तासांच्या कार्यमानानंतर अथवा स्वयंचलित वाहनाच्या एक हजार मैलांच्या (१५०० कि. मी.) प्रवासानंतर एंजीनसंबंधात पुढील कृति कराव्यात.

१) एंजीनचे वातनिस्यंदक स्वच्छ करणे.

२) क्रँककेसच्या तळाचा प्लग उघडून वंगणतेलाच्या साठचात जमलेली घाण काढून टाकणे.

३) सर्व प्रेषक पट्ट्यांतील ताण मोजून आवश्यकता भासल्यास पट्ट्यांचे अनुकूलन करणे.

४) आरंभक विद्युतघटातील ॲसीडचे विशिष्ट गुरुत्व तपासणे.

५) सर्व वाहक नलिका, विद्युत तारा व जोडण्या तपासणे.

क) शंभर तासांच्या कार्यमानानंतर अथवा स्वयंचलित वाहनाच्या दोन हजार मैलांच्या (३००० कि. मी.) प्रवासानंतर एंजीनसंबंधात पुढील कृति कराव्यात.

१) एंजीन गरम असतानाच वंगणतेल काढून घेणे व त्यात पाणी मिसळले गेले आहे का याची तपासणी करणे.

२) अंत:क्षेपण पंपाचे बाह्यांग व इंधन-गाळणी स्वच्छ करणे.

ड) अडीचशे तासांच्या कार्यमानानंतर अथवा स्वयंचलित वाहनाच्या पाच हजार मैलांच्या (८००० कि. मी.) प्रवासानंतर एंजीनसंबंधांत पुढील कृति कराव्यात.

१) प्रवेश व निर्गम झडपांचे टॅपेट क्लिअरन्स तपासून योग्य करणें.

२) झडपांच्या स्प्रिंग तपासणे.

३) इंधनगाळणीतील गाळण घटक स्वच्छ करणे किंवा जरूर तर बदलणे.

४) वंगणतेलाची गाळणी स्वच्छ करून जरूर तर गाळण घटक बदलणे.

ई) पाचशे तासांच्या कार्यमानानंतर अथवा स्वयंचलित वाहनाच्या दहा हजार मैलांच्या (१५००० कि. मी.) प्रवासानंतर एंजीनसंबंधांत पुढील कृति कराव्यात.

१) अंत:क्षेपकाची संपूर्ण तपासणी करणे.

२) क्रँककेस उघडून आतील सर्व घटकांची व जोडण्यांची पहाणी करणे.

३) संपीडित हवेच्या सहाय्याने प्रारणीचे बाह्यपृष्ठभाग स्वच्छ करणे.

दर पाच हजार तासांच्या कार्यमानानंतर अथवा स्वयंचलित वाहनाच्या ऐंशी हजार मैलांच्या (१,२५,००० कि. मी.) प्रवासानंतर एंजिनाचे समग्र परीक्षण करून घ्यावे लागते. समग्र परीक्षणात वर उल्लेखिलेल्या कृतींव्यतिरिक्त, एंजिनाच्या सर्व घटकांची तपासणी, स्वच्छताकरण, संपीडन कसोटी, ज्वलनकप्प्यातील कार्बनचा थर खरडून काढणे, सिलिंडर्सचे अनुकूलन, बेअरिंगची तपासणी, वंगणतेल व प्रार-

णीतील पाणी बदलणे इत्यादी अनेक कृति समाविष्ट असल्याने समग्र परीक्षणासाठी एंजीन एखाद्या विश्वसनीय गॅरेजमध्ये पाठवणे योग्य असते.

डीझेल एंजीनातील ठळक दोष व त्याची संभाव्य कारणे

डीझेल एंजिनात सामान्यतः आढळणारे ठळक दोष व ते निर्माण होण्याची संभाव्य कारणे पुढीलप्रमाणे असतात.

१) एंजीन फिरविता न येणे

संभाव्य कारणे : १) सिलिंडरमध्ये पाण्याचा शिरकाव.
२) दट्टया किंवा वेअरिंग जाम होणे.
३) निःसंपीडन झडप बंद होणे.

२) एंजीन सुरू न होणे

संभाव्य कारणे : १) संपीडनातील दोष
२) अंतःक्षेपकाची चुकीची वेळ
३) आरंभक यंत्रणेत बिघाड

३) चालू असलेले एंजीन बंद पडणे

संभाव्य कारणे : १) टाकीतील इंधन संपणे
२) अंतःक्षेपण यंत्रणेत बिघाड
३) वंगणतेल अधिक दाट असणे
४) एंजिनाचे अतिरिक्त तापन

४) सदोष प्रज्वलन व कार्यशक्तीत तूट

संभाव्य कारणे : १) संपीडनातील दोष
२) अंतःक्षेपण यंत्रणेत यांत्रिक बिघाड
३) अंतःक्षेपण यंत्रणेत हवेचा शिरकाव

५) एंजिनाचे अतिरिक्त तापन

संभाव्य कारणे : १) शीतलीकरण यंत्रणेतील पंप, प्रारणी किंवा पंख्यात बिघाड
२) शीतलीकरण जलाचा तुटवडा
३) वंगणतेलाचा तुटवडा
४) एंजीनवर अवाजवी भार

६) अवाजवी इंधनव्यय

संभाव्य कारणे : १) गतिनियंत्रकाच्या कार्यात अडसर
२) इंधनप्रवाह नलिकेत गळती
३) अवाजवी अंतःक्षेपण

४) एंजीनच्या घटकांत अवाजवी घर्षण
५) सदोष झडप उघडझाप समय
६) एंजिनावर अतिरिक्त भार

७) एंजिनात ठोके पडणे

संभाव्य कारणे १) योग्य वेळेपूर्वी अंत:क्षेपण
२) वंगणतेलाचा ज्वलनकप्प्यांत शिरकाव
३) अंत:क्षेपकावर अवाजवी दाब
४) बहुछिद्र अंत:क्षेपकातील काही छिद्रे अकार्यक्षम

८) निष्कासित वायूचे काळे धुरकट स्वरूप

संभाव्य कारणे :१) अंत:क्षेपणात दिरंगाई
२) अंत:क्षेपित इंधनाच्या परिमाणात चूक
३) बहुछिद्र अंत:क्षेपकातील कांही छिद्रांत अडथळा
४) अंत:क्षेपण दाबात घट

९) निष्कासित वायूचे पांढरे धुरकट स्वरूप

संभाव्य कारणे : १) ज्वलनकक्षेत पाण्याचा शिरकाव
२) ज्वलनकक्षेत वंगणतेलाचा शिरकाव
३) सदोष ज्वलनक्रिया

एंजिनाच्या कार्यात बहुतेक वेळा आढळणारे दोष आणि त्याची संभाव्य कारणे वर दिलेली आहेत. एखाद्या विशिष्ठ दोषासाठी कदाचित याहीपेक्षा काही अधिक किंवा वेगळी कारणें असू शकतील. तथापी दोष आढळल्यास प्रथम येथे उल्लेखिलेली कारणे व तत्संबधित घटक यांची पूर्वतपासणी करावी आणि त्या घटकांची दुरुस्ती, अनुकूलन किंवा प्रतियोजन करावे.

प्रमुख भारतीय डीझेल एंजीन निर्माते :

१ किर्लोस्कर ऑईल एंजीन्स लिमिटेड, पुणें. (महाराष्ट्र राज्य)
२ किर्लोस्कर क्यूमिन्स लिमिटेड, पुणे (महाराष्ट्र राज्य)
३ रस्टन अँड हॉर्नस्बी (इंडीया) लिमिटेड, पुणे (महाराष्ट्र राज्य)
४ कूपर इंजीनिअरिंग लिमिटेड, सातारा. (महाराष्ट्र राज्य)
५ माझगांव डॉक्स् लिमिटेड, मुंबई (महाराष्ट्र राज्य)
६ हिंदुस्थान मोटर्स लिमिटेड ऊत्तरपारा (बंगाल)
७ सिम्प्सन अँड कंपनी लिमिटेड, मद्रास (तामिळनाडू)
८ ग्रोव्हस् लौम्बार्डिनी लिमिटेड, औरंगाबाद (महाराष्ट्र राज्य)
९ बजाज टेम्पो लिमिटेड, पुणे (महाराष्ट्र राज्य)
१० टेल्को लिमिटेड, पुणें (महाराष्ट्र राज्य)
११ प्रिमिअर ऑटोमोबाईल्स लिमिटेड, मुंबई (महाराष्ट्र राज्य)
१२ महींद्र अँड महींद्र लिमिटेड, मुंबई (महाराष्ट्र राज्य)
१३ अशोक लेलँड लिमिटेड, मद्रास (तामिळनाडू)
१४ आयचर ट्रॅक्टर्स इंडिया लिमिटेड, दिल्ली
१५ स्टँडर्ड मोटर प्रॉडक्टस ऑफ इंडिया लिमिटेड, मद्रास (तामिळनाडू)



शब्द-संग्रह

प्रस्तुत पुस्तकात जे मराठी शब्द आणि संज्ञा वापरल्या गेल्या आहेत, त्यांच्या समानार्थी प्रचलित इंग्रजी शब्दांची यादी पुढे दिलेली आहे.

अपव्यय	Loss
अभिसरण	Circulation
अबाष्पनशील	Non-Volatile
अनुकूलन	Adjustment
अवाजवी, अतिरिक्त	Excessive
अक्ष	Axis
अक्षसमांतर मांडणी	In-Line Arrangement
अक्षछेदन मांडणी	V-type Arrangement
आवर्तन	Cycle
आवर्तन, द्विधावी	Two-stroke Cycle
आवर्तन, चारधावी	Four-stroke Cycle
आवर्तन, उष्मागतीक	Thermodynamic Cycle
अश्वशक्ति	Horse Power
अश्वशक्ति, निर्देशित	Indicated Horse Power
अश्वशक्ति, उपयुक्त	Brake Horse Power
अश्वशक्ति, घर्षण	Frictional Horse Power
आलेख	Graph or Diagram
आलेख, निर्देशक	Indicator Diagram
आलेख, दाब–घनफळ	Pressure-Volume Diagram
आलेख, अभिलक्षण	Characteristic Curve
आरंभक यंत्रणा	Starting System
इंधन	Fuel

इंधनव्यय	Fuel Consumption
इंधनव्यय, विशिष्ठ	Specific Fuel Consumption
इंधन टाकी	Fuel Tank
उष्णताशक्ति	Heat Energy
उष्णता एंजीन	Heat Engine
उष्णतोत्सर्गी	Exhothermal
उष्णताशोषी	Endothermal
उष्णतेचे यांत्रिक सममूल्य	Mechanical Equivalent of Heat
उष्णतामूल्य	Calorific Value
उष्मागतिक क्रिया	Thermodynamic Process
उत्सर्जन	Dissipation
अंतर्ज्वलन एंजीन	Internal Combustion Engine
अंत:क्षेपण	Injection
अंत:क्षेपण सूचि	Injection needle (or Spindle)
अंत:क्षेपण, यांत्रिक	Mechanical Injection
अंत:क्षेपण पंप	Injection Pump
अंत:क्षेपक	Injection Nozzle (or Injector)
अंत:क्षेपक, एकछिद्र	Single-hole injector
अंत:क्षेपक, बहुछिद्र	Multi-hole injector
अंतर्क्षेपण	Penetration
उर्जा	Energy
उर्जा कोश	Energy Cell
एकस्व	Patent
एकजिनसी मिश्रण	Homogeneons Mixture
ओतीव लोखंड	Cast Iron
कणीभवन	Atomization
कडी	Ring
कडी, संपीडन	Compression Ring
कडी, वंगण	Oil Scraper Ring
कार्यशक्ति	Energy
कार्यशक्ति, यांत्रिक	Mechanical Energy
कार्यशक्तीच्या अविनाशित्वाचा नियम	Law of Conservation of Energy
कार्यमान	Performance
कार्यकारी माध्यम	Working Substance

कार्यान्वित	Functioning
कार्यक्षमता	Efficiency
कार्यक्षमता, औष्णिक	Thermal efficiency
कार्यक्षमता, निर्देशित औष्णिक	Indicated thermal efficiency
कार्यक्षमता, यांत्रिक	Mechanical efficiency
कार्यक्षमता, समग्र	Overall efficiency
खनिज तेल	Crude Oil
खीळ	Pin
खिळीचा सांधा	Pinned or hinged Connection
खोबण	Groove or Slot
गति	Speed (or Motion)
गति, वर्तुळाकार	Rotary speed
गति एकरेषीय	Linear speed
गतिनियंत्रक	Governor
गतिरोधक प्रधि	Brake Drum
गाळणी	Filter
घनफळ	Volume
घट	Reduction
घडीव	Forged
चक्र	Wheel
चक्की	Turbine
चावी	Key
जलपंप	Water-pump
जडत्व	Inertia
जडचक्र	Flywheel
जोडणी	Joint (or Connection)
ज्वलन	Combustion
ज्वलनक्षम	Combustible
ज्वलनांक	Ignition Point
ज्वलनकप्पा	Combustion Chamber
ज्वलनकप्पा, विवृत	Open Combustion Chamber.
ज्वलनकप्पा, पूर्व	Pre-Combustion Chamber
ज्वलनकप्पा, संक्षुब्ध	Turbulent Chamber
ज्वलनकप्पा, निक्षुब्ध	Non-turbulent Chember

ज्यूलचा स्थिरांक	Joule's Constant
झडप	Valve
झडप, प्रवेश	Inlet Valve
झडप, निर्गम/निष्कासन	Exhaust valve
झडप स्प्रिंग	Valve–Spring
झडप, निःसंपीडन	De-Compression lever
झडप उत्थापक	Valve–lifter
झडप मार्गदर्शक	Valve–guide
झडप समय क्रम	Valve–timing
तट	Wall
तपमान	Temperature
ताणकाटा	Spring Balance
तापस्थापक	Thermostat
तूट	Loss
दट्या	Piston
दट्टयाखीळ	Piston pin (or Gudgeon Pin)
दाब	Pressure
दोलनभुजा	Rocker Arm
दोलनभुजादंड	Rocker Arm Shaft
दंतचक्र	Gear Wheel
दंतचक्र जोडणी	Gear Drive
दंतपट्टी	Rack
धाव	Stroke
धाव, शोषण	Suction Stroke
धाव, संपीडन	Compression Stroke
धाव, कार्यकारी	Working or Power Stroke
धाव, निष्कासन	Exhaust Stroke
धाव घनफळ	Stroke volume
धारक खीळ	Fulcrum (or Pivot)
ध्वनिशामक	Silencer
निगा	Maintenance
निगा, प्रतिबंधक	Preventive Maintenance
निर्देशक	Indicator
निर्वात	Vacuum

ठिणगी–प्रज्वलन	Spark–Ignition
ठोके	Knocking
पश्चअग्र गती	Reciprocating Motion
पवनचक्की	Wind Mill
परिमाण	Unit or Quantity
परिवहन/पर्यटन	Transportation
पर्यटन, हवाई	Aviation
पर्यटन, सागरी	Navigation
परस्परव्यापन	Overlapping
पाणचक्र	Hydraulic Turbine
प्रसरण	Expansion
प्रतियोजन	Replacement
प्रत	Quality
प्रतिमिनिटाला फेरे	Revolutions per Minute
प्रज्वलन	Ignition
प्रज्वलन बिंदू	Ignition point
प्रज्वलन क्रम	Firing order
प्रेषण	Transmission
प्रेषक पट्टा	Drive Belt
प्रेरणा	Force
प्रेरणा, दाब	Pressure–Force
प्रेरणा, स्पर्शरेषीय	Tangential Force
प्रेरणा, केंद्रोत्सारी	Centrifugal Force
प्रारणी	Radiator
परिबल	Torque
फवारा	Spray
फेरा	Revolution
बाह्यज्वलन एंजीन	External Combustion Engine
बाह्यांग	Body
बांधणी	Construction
बाष्पीभवन	Evaporation
बाष्पनशील	Volatile
बंदिस्त–मंडल	Closed-Circuit
भार	Load

भुजा	Crank
भुजाखीळ	Crank pin
भुजादंड	Crank Shaft
माध्यम	Medium
मूलचालक	Prime Mover
मूलतत्वे	Principles
यंत्रणा	Mechanism
रचना	Arrangement (or Design)
रासायनिक बदल	Chemical Change
वर्गीकरण/वर्गवारी	Classification
वनस्पतीजन्य तेले	Vegetable Oils
बाफचक्र	Steam Turbine
वाफएंजीन	Steam Engine
वाफनिर्माणक	Steam Boiler
वातनिस्यंदक	Air Cleaner
वितरण	Distribution
विजेरी/विद्युत्घट	Battery
विद्युतजनित्र	Generator
विद्युतचलित्र	Electric Motor
विशिष्ठ गुरुत्व	Specific Gravity
वेधांक	Reading
वंगणतेल	Lubricating Oil
वंगणपंप	Lubricating Pump
वंगणयंत्रणा	Lubricating System
वैज्ञानिक बदल	Physical Change
शोषण	Suction
शक्तिमापक	Dynamometer
शीतलीकरण	Cooling
शीतलीकरण, जल	Water–Cooling
शीतलीकरण, वात	Air-Cooling
समग्र परीक्षण	Overhaul
संपीडन	Compression
संपीडन गुणोत्तर	Compression Ratio
संचय	Quantity

सौरशक्ति	Solar Energy
संयोग दांडा	Connecting Rod
स्वयंचलित वाहन	Antomobile Vehicle
स्थायी	Stationary
स्प्रिंग–भारित	Spring–Loaded
स्थिरस्थान, उच्च	Top Dead Centre (T. D. C.)
स्थिरस्थान, कनिष्ठ	Bottom Dead Centre (B. D. C)
स्थिरस्थान, आंतरिक	Inner Dead Centre (I. D. C.)
स्थिरस्थान, बाह्य	Outer Dead Centre (O. D. C.)
हवाबंद	Leak proof (or Air-tight)
क्षोभ	Turbulence



पर्यायी मराठी संज्ञा

Adjuustment	अनुकूलन
Air cleaner	वातनिस्यंदक
Air-Tight	हवाबंद
Arrangement	मांडणी (रचना)
Arrangement In–Line	अक्षसमांतर मांडणी
Arrangement, V-type	अक्षछेदन मांडणी
Atomization	कणीभवन
Automibile Vehicle	स्वयंचलित वाहन
Aviation	हवाई (अवकाश) पर्यटन
Axis	अक्ष
Battery	विजेरी (विद्युत्घट)
Body	बाह्यांग
Brake Drum	गतिरोधक प्रधि
Calorific Value	उष्णतामूल्य
Cast Iron	ओतीब लोखंड
Change, Physical	वैज्ञानिक बदल
Change, Chemical	रासायनिक बदल
Characteristic curve	अभिलक्षण आलेख
Circulation	अभिसरण
Closed-circuit	बंदिस्त मंडल
Compression	संपीडन
Compression Ratio	संपीडन गुणोत्तर
Conservation of Energy	कार्यशक्तीचे अविनाशित्व
Connecting Rod	संयोग दांडा
Cooling, Water	जलशीतलीकरण

Cooling, Air	वातशीतलीकरण
Combustion	ज्वलन
Combustion chamber	ज्वलनकप्पा
Combustion chamber, pre	पूर्व-ज्वलनकप्पा
Combustion chamber, open	विवृत ज्वलनकप्पा
Combustion chamber, turbulent	संक्षुब्ध ज्वलनकप्पा
Combustion chamber, Non—Turbulent	निःक्षुब्ध ज्वलनकप्पा
Crank	भुजा
Crank Shaft	भुजादंड
Crank Pin	भुजाखीळ
Crude Oil	खनिज तेल
Cycle	आवर्तन
Cycle, Thermodynamic	उष्मागतिक आवर्तन
Cycle, Two-Stroke	द्विधावी आवर्तन
Cycle- Four-stroke	चारधावी आवर्तन
Dead centre, Inner	आंतरिक स्थिरस्थान
Dead centre, Outer	बाह्य स्थिरस्थान
Dead centre, Top	उच्च स्थिरस्थान
Dead centre, Bottom	कनिष्ठ स्थिरस्थान
De-compression lever	निःसंपीडन झडप
Diagram, Indicator	निर्देशक आलेख
Diagram, Pressure-Volume	दाब/घनफळ आलेख
Dissipation	उत्सर्जन
Distribution	वितरण
Drive belt	प्रेषक पट्टा
Dynamometer	शक्तिमापक
Energy	उर्जा (कार्यशक्ति)
Energy, Heat	उष्णता शक्ति
Energy, Mechanical	यांत्रिक कार्यशक्ति
Energy cell	उर्जा कोश
Endothermal	उष्णताशोषी
Efficiency	कार्यक्षमता

Efficiency, Thermal	औष्णिक कार्यक्षमता
Efficiency, Mechanical	यांत्रिक कार्यक्षमता
Effciency, Indicated Thermal	निर्देशित औष्णिक कार्यक्षमता
Efficiency Overall	समग्र कार्यक्षमता
Evaporation	बाष्पीभवन
Excessive	अवाजवी
Exhothermal	उष्णतोत्सर्गी
Expansion	प्रसरण
External Combustion Engine	बाह्यज्वलन एंजीन
Fuel	इंधन
Fuel Consumption	इंधनव्यय
Fuel Consumption, specific	विशिष्ठ इंधनव्यय
Fuel Tank	इंधन टाकी
Filter	गाळणी
Firing order	प्रज्वलन–क्रम
Force	प्रेरणा
Force, Tangential	स्पर्शरेषीय प्रेरणा
Force, Centrifugal	केन्द्रोत्सर्गी प्रेरणा
Flywheel	जडचक्र
Fulcrum	धारक खीळ
Forged steel	घडीव पोलाद
Gear Wheel	दंतचक्र
Gear Drive	दंतचक्र जोडणी
Generator	विद्युत् जनित्र
Governor	गतिनियंत्रक
Graph	आलेख
Groove	खोबण
Heat Engine	उष्णता एंजीन
Homogeneous Mixture	एकजिनसी मिश्रण
Horse power	अश्वशक्ति
Horse power, Indicated	निर्देशित अश्वशक्ति
Horse power, Brake	उपयुक्त अश्वशक्ति
Horse power, Frictional	घर्षण अश्वशक्ति
Ignition	प्रज्वलन

Ignition, Spark	ठिणगी प्रज्वलन
Ignition, Compression	संपीडन प्रज्वलन
Ignition point	प्रज्वलन बिंदू (ज्वलनांक)
Indicator	निर्देशक
Inertia	जडत्व
Injection	अंत:क्षेपण
Injection Needle	अंत:क्षेपण सूचि
Injection Nozzle	अंत:क्षेपक
Injection Pump	अंत:क्षेपण पंप
Injection, Machanical	यांत्रिक अंत:क्षेपण
Injection, Solid	घन अंत:क्षेपण
Injector, single-hole	एकछिद्र अंत:क्षेपक
Injectar, multi-hole	बहुछिद्र अंत:क्षेपक
Joint	सांधा (जोडणी)
Joule's Constant	ज्यूलचा स्थिरांक
Key	चावी
Knock	ठोके
Load	भार
Loss	अपव्यय
Lubricating System	वंगणयंत्रणा
Lubricating Oil	वंगणतेल
Lubricating Pump	वंगणपंप
Maintenance	निगा
Maintenance, Preventive	प्रतिबंधक निगा
Mechanism	यंत्रणा
Mechanical Eguivalent of heat	उष्णतेचे यांत्रिक सममूल्य
Medium	माध्यम
Motion, Linear	एकरेषीय गती
Motion, Rotary	वर्तुळाकार गती
Motion, Reciprocating	पश्चअग्र गती
Motor	विद्युत्चलित्र
Navigation	सागरी पर्यटन
Non-volatile	अबाष्पनशील

Overhaul	समग्र परीक्षण
Overlapping	परस्पर व्यापन
Patent	एकस्व
Penetration	अंतर्क्षेपण
Performance	कार्यमान
Pin	खीळ
Pinned connection	खिळीचा सांधा
Piston	दट्टया
Piston pin	दट्टयाखीळ
Pressure	दाब
Prime mover	मूलचालक
Principles	मूलतत्वे
Quality	प्रत
Quantily	परिमाण
Ring	कडी
Ring, compression	संपीडन कडी
Ring, oil scraper	वंगण कडी
Rack	दंतपट्टी
Reading	वेधांक
Replacement	प्रतियोजन
Revolution	फेरा
Revolution per minute	प्रति मिनिटास फेरे
Reduction	घट
Radiator	प्रारणी
Rocker Arm	दोलन भुजा
Rocker Arm shaft	दोलनभुजा दंड
Silencer	ध्वनिशामक
Solar Energy	सौरशक्ति
Specific gravity	विशिष्ठ गुरुत्व
Spring Balance	ताणकाटा
Spring-loaded	स्प्रिंगभारित
Spray	फवारा
Starting System	आरंभक यंत्रणा
Stationary	स्थिर

Steam Boiler	वाफ–निर्माणक
Stroke	धाव
Stroke, Suction	शोषण धाव
Stroke, Compression	संपीडन धाव
Stroke, Power	कार्यकारी धाव
Stroke, Exhaust	निष्कासन धाव
Swept Volume	धाव घनफळ
Temperature	तपमान
Thermodynamic Process	उष्मागतिक क्रिया
Thermostat	तापस्थापक
Turbine, Hydraulic	जलचक्की
Turbine, Steam	वाफचक्की
Transmission	प्रेषण
Transportation	वाहतूक
Torque	परिबल
Turbulence	क्षोभ
Valve	झडप
Valve, inlet	आगम (प्रवेश) झडप
Valve, Exhauust	निर्गम (निष्कासन) झडप
Valve guide	झडप मार्गदर्शक
Valve lifter	झडप उत्थापक
Valve spring	झडपस्प्रिंग
Valve port	झडप छिद्र
Valve timing	झडप समय–क्रम
Vacuum	निर्वात
Vegetable oil	वनस्पतीजन्य तेल
Volatile	बाष्पनशील
Volume	घनफळ
Working substance	कार्यकारी माध्यम
Water pump	जलप्रेषण पंप
Wall	तट
Windmill	पवनचक्की



संदर्भ-ग्रंथ सूचि

1. मराठी विश्वकोश, खंड १८, (महाराष्ट्र राज्य साहित्य संस्कृति मंडळ)
2. Automotive Mechanic—Heitner
3. Automobile Engines—A. W. Judge
4. Diesel Engines—Bongart
5. Internel Combustion Engines—Gill, Smith
6. Internal Combustion Engines—Maleeve
7. Diesel Engines, Theory & Design—Degler
8. Diesel Fault Tracing, Maintenance & Servicing—StatonAbbey